

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ****ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”****Інженерно-хімічний факультет****Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри МАХНВ

_____ Я. М. Корнієнко

(підпис)

“ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**на здобуття ступеня бакалавра****Напрямок підготовки:** 6.050503 — Машинобудування**Спеціальність:** 133 — Галузеве машинобудування**Програма професійного спрямування:** Обладнання лісового комплексу**Спеціалізація:** Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперового виробництва**на тему:** Модернізація формуючої частини картоноробної машини.**Комплексний****Виконав студент IV курсу, групи ЛБ-51**

О.Р. Бондарь

Керівник проекту асистент Я. В. Гробовенко

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:**Охорона праці**

канд. техн. наук, доцент І. М. Ковтун

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Очікувані**техніко-економічні****показники**

канд. техн. наук, ст. викл. О. А. Новохат

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент:

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____ О.Р. Бондарь

Київ – 2019

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Напрямок підготовки: 6.050503 Машинобудування

Спеціальність: Обладнання лісового комплексу

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я.М. Корнієнко

“ ____ ” _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Бондарю Олегу Романовичу

1. Тема проекту: Модернізація формуючої частини картоноробної машини
керівник проекту Гробовенко Я.В. асистент

затверджена наказом по університету від “22” травня 2019 р. № 1323-с.

2. Термін здачі студентом закінченого проекту: 3 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту: швидкість машини 8,3 м/с; обрізна ширина 4,2 м;
маса квадратного метра картону 0,180 кг/м²; $C_{\text{маси}} = 6 \%$

4. Перелік питань, які мають бути розроблені:

а) підвищити ступінь однорідності волокнистої маси шляхом вдосконалення масонапускного пристрою.

б) основна частина: розглянути існуючі конструкції формуючих пристроїв, обґрунтувати вибір конструкції ; проаналізувати обрану конструкцію в порівнянні з кращими вітчизняними та світовими аналогами; здійснити розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: розрахунок формуючого пристрою, розрахунки на міцність і надійність грудного вала; виконати складальне креслення формуючої частини та її основних складальних одиниць.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в) рекомендації щодо монтажу та експлуатації формуючої частини; здійснити оцінку рівня стандартизації та уніфікації розробки.

г) економічна частина: обґрунтувати модернізацію установки та оцінити її ефективність;

д) охорона праці: провести аналіз відповідності апарату до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації апарата.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Формуюча частина КРМ АЗх7; масонапускний пристрій АЗх4; грудний вал АЗ

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун А.І.		
Очікуванні техніко-економічні показники застосування установки	Новохат О.А.		

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2019 р.

Студент _____ О.Р. Бондарь
(підпис)

Керівник дипломного проекту _____ Я.В. Гробовенко
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	2	3	4
1	Переддипломна практика. Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Добір матеріалів. Складання звіту з практики. (Під час проходження практики бажане виконання креслень орієнтовним обсягом – 5 форматів А1)	15.04.2019	
2	Патентне дослідження. Формування ідеї модернізації. Обґрунтування економічної доцільності.	22.04.2019	
3	Обґрунтування актуальності проекту. Опис установки. Схема пресу. Вибір і опис конструкцій пресу з глухими отворами та її складових.	29.04.2019	
4	Параметричні розрахунки: визначення основних розмірів преса. Розрахунок продуктивності преса.	06.05.2019	
5	Розробка складальних креслень преса з глухими отворами та його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів другого пресу.	13.05.2019	
6	Розрахунки на міцність та жорсткість основних елементів пресу. Вибір підшипників.	17.05.2019	

7	Консультації відповідно до графіку з питань охорони праці, економіки, технології машинобудування, автоматизації	20.05.2019	
8	Уточнення графічної частини проекту і специфікацій	23.05.2019	
9	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань	27.05.2019	
10	Попередній захист проекту	07.06.2019	
11	Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту	10.06.2019	

Студент

_____ О.Р. Бондарь

(підпис)

Керівник дипломного проекту

_____ Я.В. Гробовенко

(підпис)

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

УДК 676.026.21

Модернізація формуючої частини КРМ: Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»; Керівник Я.В. Гробовенко. – К., 2016. – 119 с.: іл. Викон. – О.Р. Бондарь – Бібліогр.: 80 с.

Дипломний проект включає розрахунково-пояснювальну записку, що складається з вступу, 7 розділів, висновка, переліку посилань та 4 додатки. Загальний обсяг роботи становить 83 с. основного тексту, 21 рисунок, 5 таблиць і 4 додатки.

Метою проекту є модернізація конструкції формуючої частини КРМ призначеного для формування картонного полотна.

Поставлена задача досягається вдосконаленням напірного ящика масонапускного пристрою шляхом установки турбулізуючого елемента в каналі течії волокнистої суспензії, виконання необхідних розрахунків, що підтверджують працездатність та надійність конструкції. На основі отриманих результатів надано висновки. Наведено список використаної літератури.

Розрахунково-пояснювальна записка містить опис технологічного процесу установки та монтажу формуючої частини КРМ, опис та обґрунтування обраної конструкції для формування картонного полотна. Графічна частина проекту включає 4 креслення: складальний кресленик формуючої частини формату А2х5, креслення масонапускного пристрою формату А2х4, креслення грудного вала формату А2 і креслення формату А2 сукнонатяжки.

КАРТОНОРОБНА МАШИНА, ФОРМУЮЧА ЧАСТИНА, ГАУЧ-ВАЛ, ГРУДНИЙ ВАЛ, НАПІРНИЙ ЯЩИК, НАПУСКНИЙ ПРИСТРІЙ.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

РЕФЕРАТ

УДК 676.026.21

Модернизация формирующей части картоноделательной машины:
Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» /
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»; Руководитель Я.В. Гробовенко - К., 2016. -
119 с. : ил. Испол. – О.Р. Бондарь – Библиогр.: 80 с.

Дипломный проект включает расчетно-пояснительную записку, состоит
из введения, 7 глав, заключения, списка ссылок и приложений. Общий объем
работы составляет 83 с. основного текста, 21 рисунок, 5 таблиц и 4 приложения.

Целью проекта является модернизация конуструкции формирующей
части картоноделательной машины.

Поставленная задача достигается установкой напорного ящика с
турбулизатором потока в канале течения волокнистой суспензии, выполнение
необходимых расчетов, подтверждающие работоспособность и надежность
конструкции. Проведена компьютерная симуляция работы конструкции. На
основе полученных результатов предоставлены выводы. Приведен список
использованной литературы.

Расчетно-пояснительная записка содержит описание технологического
процесса установления клеильного прессу, описание и обоснование выбранной
конструкции для формирования картонного полотна. Графическая часть проекта
включает четыре чертежа: один сборочный чертеж формата А2х5, один чертеж
масонапускного устройства формата А2х4, один чертеж грудного вала формата
А2 и чертеж формата А2 сукнонатяжки.

КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА, ФОРМИРУЮЩАЯ ЧАСТЬ,
ГАУЧ-ВАЛ, ГРУДНИЙ ВАЛ, НАПОРНИЙ ЯЩИК, НАПУСКНОЕ
УСТРОЙСТВО.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

ABSTRACT

UDC 676.026.21

The Bachelor Diploma project on the theme “Modernization of forming part of cardboard machine”; Scientific advisor Y. Grobovenko – K., 2016 – 119 p. - Developer: – O. Bondar – References.: 80 p.

Bachelor project includes an explanatory note which consists of introduction, 7 sections, conclusion, list of references and 4 applications. The total amount of work is 83 pages of the main text, 21 illustrations, 5 tables and 4 appendices.

The project aims to design, develop and improve forming part of cardboard machine.

The task is achieved by installing a turbulization mass emitter in the forming part of cardboard machine, executed performance calculations, confirming the efficiency and reliability of the design. Computer simulation was performed during the development. Based on the results of the findings is a list of references.

Explanatory note contains a description of the process setting a forming section, a description and justification of the chosen design for forming cardboard canvas. Graphic part of the project includes four drawings: one general format A2x5 assembly drawing, one A2x4 mass emitter drawing, A2 chest drawing and A2 canvas stretcher drawing.

CARDBOARD MACHINE, FORMING SECTION, FOURDRINIER, MASS EMITTER, MASS TURBULIZATION.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

Умовні скорочення:

КРМ – картоноробна машина
ККПК – Київський картонна - паперовий комбінат;
ЦПН – целюлозно - паперове виробництво;
ГОСТ – державний стандарт;
ДСТУ – державний стандарт України;
ДСН – державні санітарні норми;
ПЄУ – правила пристроїв електроустановок;
СНиП – будівельні норми і правила;

Умовні позначення:

B – ширина картонного полотна, м;
V- швидкість, м/с;
D, d-діаметри, м;
m — маса, кг;
N- потужність, Вт;
п - частота обертання, 1/с;
t- температура, °C;
τ - час, с;
S - сухість полотна, %;
k - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·K);
I - момент інерції, м⁴;
W- момент опору, м³;
M - момент згинальний, Н·м;
σ - напруження при згині, Па;
E - модуль пружності матеріалу. Па;
ρ -густина матеріалу, кг/м³.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Вступ

В нинішній час папір і картон є невід’ємною частиною нашого життя, що важко уявити існування цивілізованого населення без нього. Папір і картон для нас – не тільки книги, газети, журнали, предмети санітарно-гігієнічного і побутового призначення, а і науково-технічний прогрес. Папір і картон зараз все більше використовують в таких галузях, як електроенергетика, радіоелектроніка, машино- і приладобудування, космонавтика та т. ін. Так водію, який сидить за рулем легкового автомобіля, майже не відомо, що в цій машині більше ніж сто комплектувальних деталей зроблено з різних видів паперу і картону і продуктів переробки целюлози [1].

Одна з основних тенденцій сучасного ринку – будь-яка продукція повинна бути упакована. Значну частку серед видів упаковки займає упаковка різних видів картону. Причин цьому кілька: низька вартість, можливість автоматичного виконання основних технологічних операцій, зручність доставки і т.д. Тому розвиток целюлозно-паперової промисловості відбувається відносно швидкими темпами.

На сьогоднішній день дуже важливим є екологічне питання, адже нині найпоширенішим видом тари є пластмасові вироби. Як відомо вироби із даного матеріалу наносять шкоду навколишньому середовищу тим що розкладаються на протязі кількохсот років. Картонна тара набагато легше піддається повторній переробці та подальшій утилізації.

Виготовлення паперу і картону є досить складним, багатоопераційним процесом, який потребує велику кількість різних видів дефіцитних волокнистих напівфабрикатів, природної сировини і хімічних речовин. Це пов’язана також з великими втратами теплової і електричної енергії, свіжої води і інших ресурсів. Для того, щоб вирішити це завдання становленням і розвитком паперового і картонного виробництва в Україні, підвищення його ефективності, необхідно мати висококваліфіковані кадри інженерно-

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

технічних робітників і технологів, які повинні знати фізико-хімічні процеси, що проходять на різних технологічних стадіях даного виробництва.

У зв'язку з інтенсивним розвитком целюлозно-паперової промисловості дуже актуальною стає проблема модернізації застарілих формуючих частин, котрі вже не задовольняють сучасним вимогам виробництва.

Мета проекту — збільшити якість кінцевої продукції шляхом модернізації формуючої частини картоноробної машини не збільшуючи енергетичних і масових витрат.

1. Призначення та область застосування формуючої частини КРМ

Формуюча частина КРМ призначення для формування паперового полотна із волокнистої суспензії. Це найперший і дуже важливий етап у виробництві паперу і картону, оскільки від однорідності волокнистої суспензії та рівномірності її подачі на сітку залежить якість роботи всієї КРМ.

Масонапускні пристрої (напірні ящики) призначені для напускання волокнистої суспензії на сітку папероробної машини. Розподіляючи волокнисту масу по всій ширині напускання на сітку, масонапускний пристрій повинен забезпечити однакові витрати, швидкість та концентрацію маси по всій ширині потоку, при цьому папероформуючі волокна маси повинні бути дезорієнтовані у всіх напрямках.

Для запобігання утворюваних згустків (флокул) волокна та їх осаду потік маси повинен бути турбулентним. Вектор швидкості у різних точках потоку повинен бути неоднаковим як за величиною так і за напрямом. Тиск також має бути неоднаковим за всім об'ємом, з утворення хаотичних пульсацій тиску та швидкості в часі. Потік з нерегулярною зміною його гідродинамічних характеристик від точки до точки забезпечується конструкцією масонапускного пристрою. Необхідно створювати в потоці дрібномасштабну турбулентність, яка характеризується малим розміром вихорів у потоці маси. Тільки у цьому

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

випадку забезпечується ліквідація згустків волокон та досягається рівномірний просвіт паперу.

1.1 Опис технологічного процесу

На прикладі технологічної схеми КРМ для виготовлення картону на рис. 1.1 розглянемо процес створення картонного полотна.

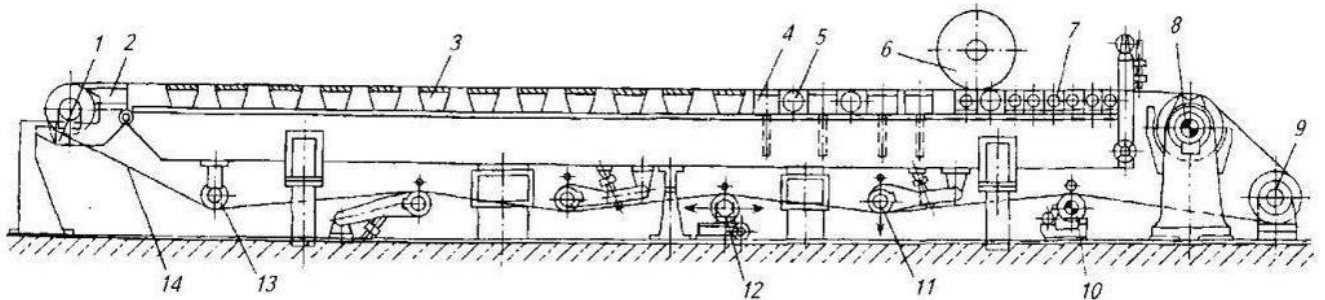
Технологічний процес виготовлення картону на КРМ відрізняється значною складністю і включає в себе велику кількість елементарних процесів. До найбільш суттєвих з них варто віднести фільтрацію і механічне витіснення вологи з полотна, сушіння, каландрування та подальше намотування готового картону. У відповідності з чим картоноробні машини поділені на кілька частин різного функціонального призначення: формуючу частину (напірний ящик та сіткова частина), пресову частину, сушильну частину та оздоблювальну частину (каландр і накат).

Сіткова частина КРМ призначена для формування картонного полотна з паперової маси та попереднього його зневоднення до сухості 18-22 % шляхом фільтрації води. На початку формуючої частини встановлено напірний ящик. Він призначений для рівномірної подачі тонкого шару паперової маси на рухому сітку. Після чого процес переходить в стадію створення листа картону. Тут відбувається перетворення суспензії в плоский шар, в якому волокна або їх флокули втрачають рухливість і здатність до переміщення. Передбачається, що положення в просторі, котре зайняли відносно один одного частки в такому шарі, істотно не змінюється на наступній стадії зневоднення шару. Тому дуже важливо підтримувати їх в диспергованому стані до тих пір, поки вони не будуть зафіксовані на сітці. Своєрідність формування на сітковому столі полягає в можливості застосування в широкому діапазоні фільтраційних напорів і часу їх впливу на процес зневоднення, що також обумовлює відмінність конструкцій ПФУ. Крім нескінченної плоскої сітки, стіл включає

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різні види зневоднюючих елементів і пристроїв (гідропланок та відсмоктуючих ящиків).

Завершують зневоднююча частина сіткового столу вельми ефективним пристроєм – відсмоктуючим гауч-валом. Він буває коміркового типу або камерного типу.



1 – грудний вал; 2 – формуючий ящик; 3 – «мокрый ящик»; 4 – «вакуумний ящик»; 5 – реєстровий валик; 6 – вирівнювач; 7 – відсмоктуючий ящик; 8 – відсмоктуючий гауч-вал; 9 – ведучий вал; 10, 13 – Сітководучі вали; 11 – сітконатяжний вал; 12 – сіткоправка; 14 – сітка

Рисунок 1.1– формуюча частина КРМ

Крім значного підвищення сухості полотна, яка, в залежності від продуктивності та виду продукції, становить від 14% до 25% і вище, гауч-вал виконує інші важливі функції: вирівнювання сухості і щільності полотна поширені, чим полегшується його безобривна передача на пресову частину; служить основним пристроєм для сітки.

Пресова частина зазвичай складається з кількох послідовно встановлених пресів. Вона призначена для підвищення сухості паперового полотна, що надходить із сіткової частини, до 36-46 %. Це досягається шляхом механічного витіснення вологи з полотна в захваті між обертовими валами, що притискаються один до одного.

Сушильна частина КРМ виконує ряд складних технологічних операцій:

- Підвищення сухості паперового полотна до 95-96%;
- Вигладжування паперу;
- Нагрівання полотна до температури 80-90 °С;
- Транспортування паперу від пресової частини до обробної частини КРМ;

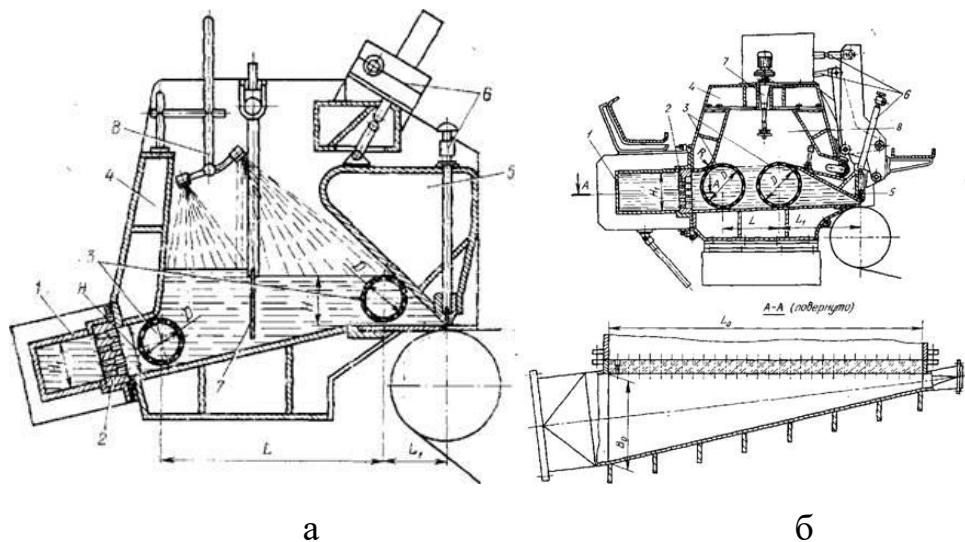
В кінці сушильної частини розміщена так звана холодильна частина КРМ, яка призначена для охолодження та зволоження паперового полотна перед каландруванням.

Обробна частина КРМ представлена каландром та накатом. Каландр призначений для двостороннього вигладжування паперового полотна шляхом обробки його тиском і нагріванням в захваті валів. Накат вирішує важливу задачу – безперервне приймання паперу з машини, його охолодження, часткове зволоження і намотування в щільні рулони.

1.2 Вибір типу установки, апаратів, їх місце в технологічній схемі

Для тихохідних машин із швидкістю до 200 м/хв застосовують відкриті масонапускні пристрої. Важливим елементом такого пристрою потокорозподілювач, що дозволяє рівномірно розподіляти масу по ширині ящика. Найбільше поширення знайшли конічні багатотрубні потокорозподілювачі. Маса подається у широку частину колектора потокорозподілювача та проходить у порожнину ящика по великій кількості трубок чи по отворах у перфорованій плиті. Проходячи по колектору, частина маси по трубках надходить у ящик, а залишена маса, яка зменшується за кількістю, йде далі уздовж колектора до його більш вузької частини. Завдяки зменшенню перерізу колектора за ходом маси досягається сталість швидкості по довжині колектора або по ширині машини. Для запобігання застійних явищ у вузькому кінці колектора здійснюють рециркуляцію маси з вузького кінця колектора у широкий У масонапускних пристроях відкритого типу встановлені поперечні перегородки, в разі огинання яких потік маси стає турбулентним; рухома передня стінка, переміщуючи яку можна регулювати висоту випускної щілини, а також змінювати зону зустрічі струменя маси та сітки; перфорований валик, який обертається для рівномірного розподілу маси та усунення згустків.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



а – напірний ящик відкритого типу; б – напірний ящик закритого типу;
 1 – колектор-потокорозділювач; 2 – перфорована плита; 3 – перфоровані валики; 4 – корпус ящика; 5 – піногасник; 6 – механізм регулювання щілини; 7 – передня стінка; 8 – повітряна подушка

Рисунок 1.2 – Напірні ящики

За швидкостей машин > 400 м/хв застосовують закриті масонапускні пристрої, у склад яких входять корпус, колекторна камера, перфоровані вали. Передня стінка пристрою має механізм для зміни її положення. Передбачені також механізми для регулювання положення верхньої випускної щілини. У зв'язку з широким застосуванням формування полотна паперу між двома сітками почали ставити масонапускні пристрої гідродинамічного типу. У двосіткових формуючих пристроях формування проходить значно швидше, ніж в односіткових, на яких завдяки повільному зневодненню та трясінню відбувається вирівнювання концентрації та поліпшення просвіту. Для досягнення показників за двосіткового формування необхідно, щоб струмінь, який надходить на сітку, мав високу рівномірність розподілу волокон, бо цей розподіл практично вже не змінюється при формування на двосіткових формуючих пристроях. Масонапускні пристрої турбулентного типу мають відносно малі розміри поперечних перерізів та відповідно більші швидкості руху маси (8...10 м/с). Дрібномасштабна турбулентність забезпечується проходженням маси крізь багато каналів, які утворені перфорованими плитами

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705516.001ПЗ

Арк.

25

з циліндричними каналами або набором трубок чи пакетів пластин, які утворюють вузькі канали. Все це обумовлює малий діаметр утворених вихорів, тобто дрібномасштабну турбулентність, яка виникає за рахунок тертя маси об стінки каналів.

2. Технічна характеристика

Технічна характеристика масонапускного пристрою у складі формуючої частини КРМ наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика формуючої частини КРМ

Найменування параметру	Одиниця вимірювання	Величина
Швидкість машини	м/с (м/хв)	8,3 (500)
Продуктивність	кг/с (т/год)	12 (43,2)
Споживча потужність	кВт	270
Обрізна ширина картонного полотна	м	4,2
Маса 1 м ² картону	кг/м ² (г/м ²)	0,18 (180)
Габаритні розміри:		
довжина		18,4
висота	м	4,1
ширина		7,7
Маса сіткової частини	кг (т)	80000 (80)
Кількість гідропланок	шт	150

Довжина сіткового столу	м	18,6
Довжина сітки	м	53,81

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції

3.1 Конструкція і принцип дії формуючої частини

Основними частинами пропонованої сіткової частини є: станина з містками для монтажу та обслуговування; грудний вал; відсмоктуючий гауч-вал; пресовий вал; сіткоповоротний вал; гідропланки; відсмоктуючі ящики; нескінченна сітка, що охоплює всі вали; два сітководучих вали; дві сітконатяжки та одна сіткоправка автоматична; піддон.

Станина сіткової частини конструктивно виконана у вигляді ряду вертикальних опорних балок, встановлених на них горизонтальних несучих балок, а також обслуговуючих містків із захисними загородженнями. Опорні балки лицьової сторони машини мають спеціальні вставні елементи, призначені для швидкої заміни сітки.

Піддон виконаний у вигляді коробу, встановленого на несучих повздовжніх балках. Внутрішня поверхня піддону хромована для захисту від корозії. Знизу до піддону підведено гумові патрубки з вентилями, призначені для відведення води.

Пристрій напірного ящика формуючого столу

Основними конструктивними елементами напірного ящика є колектор; ступінчастий турбулізатор потоку; вирівнююча камера; повітряна камера; регульовальні гвинти профільної планки; фартух; перехідний місток [1, 2, 15].

Напірний ящик спирається на пластини підстави в двох точках. Лицьова сторона ящика пересувна в зв'язку з його термальним розширенням.

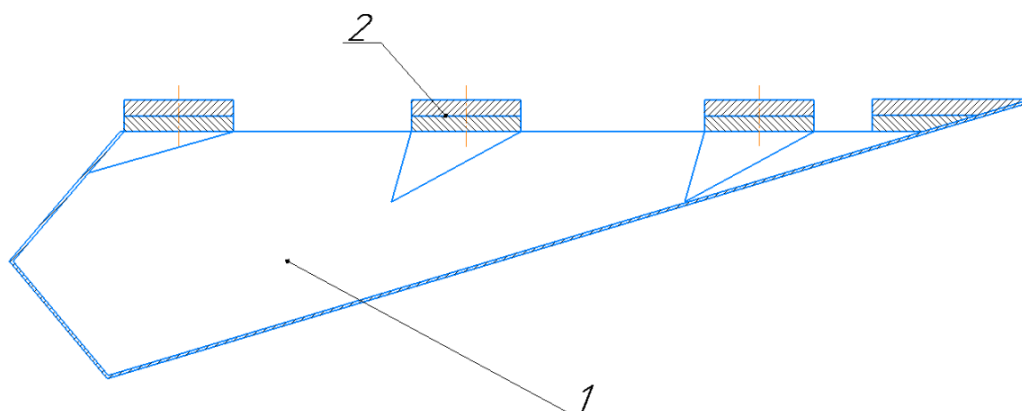
У гідравлічному напірному ящику маса подається з приводного боку по колектору через розподільний елемент на атенюатор.

Колектор призначений для розподілу потоку маси по всій ширині машини і його напрямки в машинному напрямку. Для регулювання в поперечному

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

напрямку профілю тиску масного колектора напірного ящика використовується рециркуляційний клапан 4-HS-813-2.

Формуючий ящик (рисунок 3.1) встановлюють за грудним валом, який призначається для регулювання процесу зневоднення і формування полотна. Зазвичай використовують спеціальні формуючі ящики або ящики, що складаються з окремих планок. Передню кромку покриття ящика загострюють, щоб наблизити її до грудного валу. Завдяки конструкції гідропланки створюється розрідження, яке притискає сітку до формуючого ящика і оберігає її від вібрації в районі грудного вала [1, 2, 3].



1 – корпус; 2 – планка.

Рисунок 3.1 – формуючий ящик

Планки формуючого ящика виготовляють з високомолекулярного поліетилену або оксидної кераміки, корпус – з нержавіючої сталі. При роботі машини між сіткою і формуючим ящиком не повинно бути зазору, в який потрапляє вода і порушує стабільність формування. Щоб уникнути захоплення повітря осередками сітки верхню губу напірного ящика встановлюють в такому положенні, щоб невеличка частина струменя, що виходить з напірного ящика, потрапляла на сітку між грудним валом і формуючим ящиком, а основна частин – на передню (широку планку) формуючого ящика.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

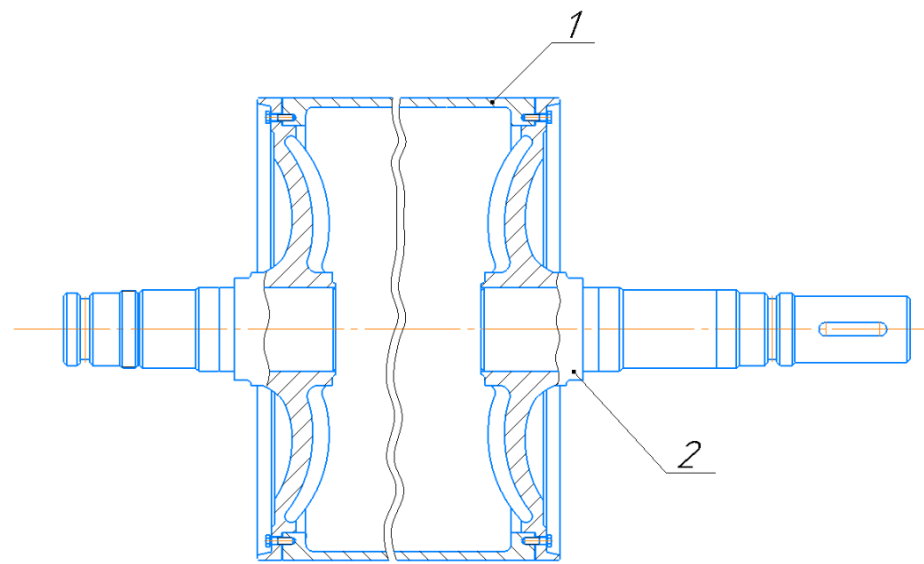
ЛБ51.705516.001ПЗ

Арк.

29

Грудний вал

Грудний вал (рисунок 3.2) є веденим, призначений для підтримки сітки на початку сіткового столу і приводиться в обертання сіткою. Діаметр грудного вала 711 мм, довжина сорочки вала 4925 мм. Сорочка вала виготовлена зі сталевих труби, в яку запресовані муфти. Торцеві фланці встановлюються методом усадки і за допомогою гвинтів до цих муфт. Вал встановлюється на сферичних роликотпідшипниках. Підшипник з лицьового боку – вільний, з приводного боку – фіксований. Сорочка покрита жорсткою гумою, товщина покриття 7,5 мм. Вал обладнаний пристроєм для підйому і опускання. Пристрій підняття/опускання 4В821 грудного вала служить для опускання грудного вала в положення для проведення сервісних робіт (заміна сітки) і його підняття назад в робоче положення [1].



1 – оболонка вала; 2 – цапфа вала.

Рисунок 3.2 – грудний вал

Підняття грудного вала проводиться вручну за допомогою пневмодвигуна. Швидкість пневмодвигуна регулюється за допомогою клапана контролю потоку. Крайні положення грудного вала обмежені за допомогою електричних кінцевих вимикачів.

Грудний вал рухається вгору або вниз, якщо перемикач відповідно включений в положення вгору або вниз. Електричні кінцеві перемикачі зупиняють рух вала, коли він досягає свого кінцевого верхнього або нижнього положення [15].

Грудна дошка

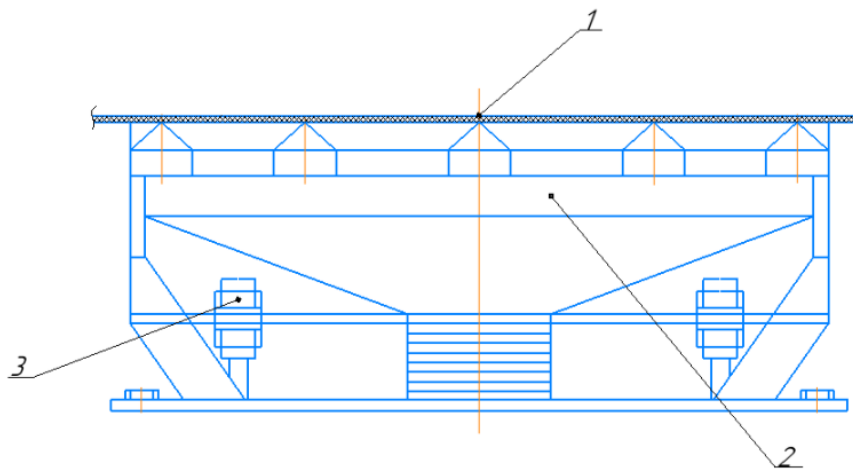
Для зменшення швидкості зневоднення спочатку сіткового столу, регулювання процесу відпливу полотна, а також усунення прогину сітки після грудного вала встановлена грудна дошка. Грудна дошка має конструкцію відкритого типу і є регульованою в горизонтальному напрямку на ± 65 мм. Горизонтально положення грудної дошки визначається за шкалою. Передня планка грудної дошки має конструкцію «ластівчиних хвостів» і кріпиться за допомогою спеціальної кріпильної планки. Гідропланки (RC0428 – 5 штук) встановлюються на таврових кріпленнях. Грудна дошка кріпиться на важелі обладнання грудного вала. Під час заміни сітки грудна дошка опускається разом з грудним валом

Пакети гідропланок

Гідропланки (рисунок 3.3) виготовляють поодиночі або по кілька штук в одному ящику з високомолекулярного поліетилену зі зносостійкими вставками з нержавіючої сталі з покриттям з карбіду вольфраму. Гідропланки виготовляють з кутом нахилу робочої площини $1...3^\circ$. На машині Гідропланки встановлюють зі збільшенням кута нахилу по ходу полотна картону. Іноді застосовується чергування гідропланок з різним кутом нахилу.

Планки кріпляться на ящики за допомогою таврових кріплень. Ящики кріпляться на напрямні стола, вони регулюються і в горизонтальному і у вертикальному напрямку [3].

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

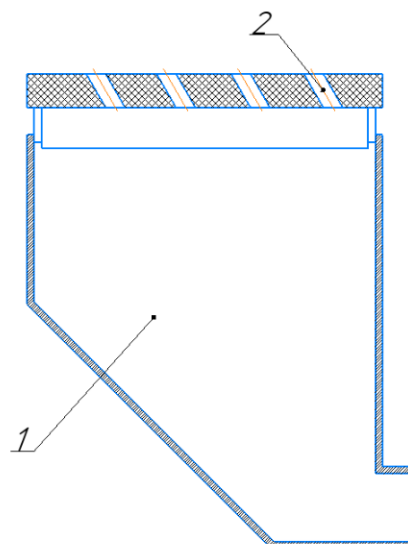


1 – сітка; 2- гідропланка; 3 – кріплення;

Рисунок 3.3 – Гідропланка

Мокрі вакуум-ящики

Мокрі вакуум-ящики (рисунок 3.4) представляють собою зварний нержавіючий корпус, зверху якого встановлена плита з високомолекулярного поліетилену. Плита виготовляється з вузькими щілинами шириною 15...20 мм, спрямованими поперек машини. Живий перетин плити близько 50% [3].



1 – корпус; 2 – покриття;

Рисунок 3.4 – Мокрий вакуум-ящик

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705516.001ПЗ

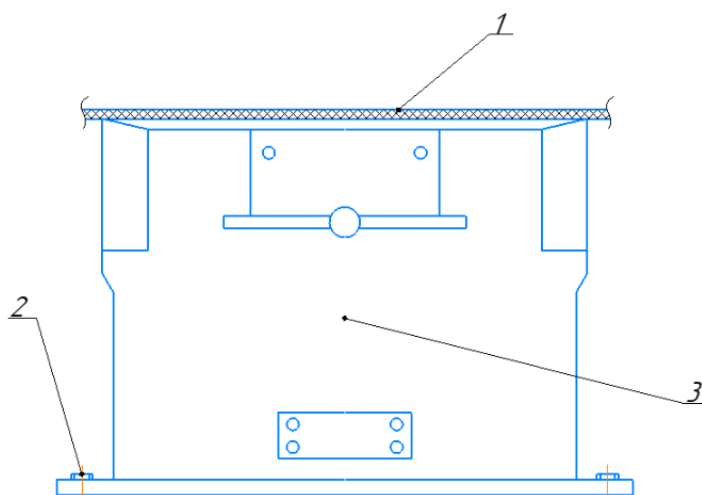
Арк.

32

Мокрі вакуум-ящики встановлюють за гідропланками, зневоднення полотна на них відбувається під дією низького вакууму. Для видалення води використовують звичайні гідрозатвори, розташовані по всій довжині ящика, або окремі труби, нижні кінці яких опущені в підсіткове корито, де підтримується постійний рівень води.

Сухі вакуум ящики

Вакуум-ящики (рисунок 3.5) встановлюють в кінці сіткової частини, зневоднення на них відбувається під дією вакууму. Для видалення води використовують гідрозатвори, монтовані з приводного боку машини. Якщо вакуум в вакуум-ящиках автоматично не регулюється, то при надходженні більш вологого полотна вакуум підвищується і збільшуються сили тертя сітки на вакуум-ящиках і, як наслідок, відбувається коливання навантажень на приводних валах. Вакуум-ящики зазвичай виготовляють зварними з нержавіючої сталі, кришки з полімерних або керамічних матеріалів. Між корпусом ящика і патрубком водовідділювача використовують пружні прокладки [1, 2].



1 – сітка; 2 – кріплення вакуум-ящика; 3 – вакуум-ящик.

Рисунок 3.5 – Вакуум-ящик

Ящики встановлюються на напрямні стола, вони регулюються і в горизонтальному, і у вертикальному напрямку. Вакуумні з'єднання з

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водовіддільником знаходяться на приводній стороні ящиків і виконані гнучкими резинометалевими рукавами. Вакуумні-ящики оснащені повітряними кранами, датчиками вакууму і лючками для очищення, які перебувають на лицьовій стороні. Величина вакууму в ящиках становить 3-6 кПа і забезпечується шляхом приєднання водовідокремлювачів (через засувки) до колектора низьковакуумного вентилятора. Точне регулювання вакууму в кожному ящику здійснюється вручну електрозасувками за місцем їх установки на водороздільнику. Спускні труби ящиків оснащені гідрозатворами і мають достатню довжину для даної глибини вакууму.

Сприскова система для відсікання кромок

Сприскова система для відсікання і змиву кромок встановлена після третього, по ходу сітки, мокрого відсмоктуючого ящика з лицьової і приводного боку і призначена для забезпечення відповідності формату шару обмін яким верхнього формуючого столу формату шару приймального сукна. Система являє собою конструкцію, що складається з двох опорних кронштейнів, що відтинає т форсунки 0 0,5 ММ, сприсковой труби з п'ятьма форсунками і короба. Відсікає форсунка, сприскова труба і короб мають регулювання як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах. На відсік у форсунку подається свіжа технічна вода з тиском 1,7 МПа, на сприскову трубу - свіжа технічна вода з тиском 0,7 МПа. Змиті кромки по коробах надходять в реєстрову ванну [15].

Поворотний вал

Поворотний вал служить для передачі полотна на гауч-вал. Діаметр вала 711 мм, довжина сорочки 4925 мм. Сорочка вала зі сталеві труби, в яку встановлені муфти. Торцеві фланці кріпляться усадкою і гвинтами на ці муфти. Вал встановлюється на сферичних роликотішипниках. Підшипник з лицьового боку - вільний, з приводний боку - фіксований. На цапфі валу з приводний боку

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

є приводний вал діаметром 125мм. Сорочка вала має покриття AKDRIVE, товщина покриття 7,5 ММ [2].

Гауч вал

Зневоднення на сітковій частини закінчується на відсмоктуючому гауч валі (рисунок 3.6). Сухість полотна після нього доходить до 17...21%. Відсмоктуючий гауч вал складається з обертового перфорованого циліндра, всередині якого знаходиться нерухома відсмоктуюча камера. У залежності від швидкості машини камера складається з однієї або двох секцій. Гауч-вал служить для з'єднання картонно-паперового полотна сформованого на верхньому формувальному пристрої з полотном сформованому на сітці (приймальному сукні) нижнього формуючого пристрою, тому можливе регулювання тиску на нижню сітку (приймальне сукно).

Під дією вакууму в камері 50 ... 80 кПа вода захоплюється разом з повітрям потрапляє в камеру і видаляється.

До оболонки відсмоктуючого вала з лицьового боку болтами прикріплена пустотіла кришка, через яку проходить відвідний патрубок відсмоктуючої камери

Оболонку валів виготовляють з бронзи або нержавіючої сталі товщиною 30...45 мм в залежності від ширини машини. На поверхні сорочки розташовані наскрізні отвори діаметром 6... 8 ММ. Живий перетин отворів без урахування зенковки становить 20...25%, а з урахуванням зенковки - 50 ... 60% площі поверхні циліндра. Відсмоктувальну камеру виготовляють литою або звареною з нержавіючої сталі [3].

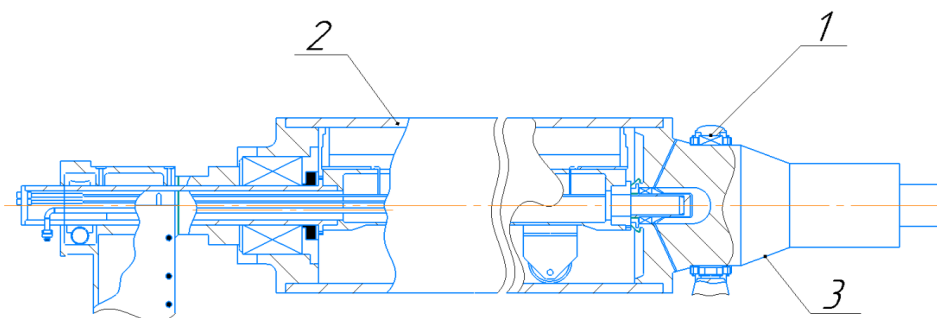
Вал встановлений на сферичних роликотідишпників. Підшипник з лицьового боку вільний, з приводного - фіксований. У рух гауч-вал приводиться сіткою. Гауч-вал кріпиться на важелях. Вертикальне переміщення забезпечується черв'ячною передачею і передають гвинтами. Черв'ячні передачі

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

з'єднані з проміжним валом. На приводній стороні вал черв'ячної передачі оснащений двигуном стисненого повітря, на лицьовій стороні є штурвал.

З приводний боку є індуктивні датчики обмеження для верхнього, нижнього і сервісного положення вала. На важелях вала для підтримки його в чистому стані встановлене осцилююче сопло високого тиску.

Пристрій підняття / опускання гауч-вала 4B822 служить для підняття гауч-вала вгору або в положення для проведення сервісних робіт (заміна сітки) і його опускання назад в робоче положення.



1 – підшипниковий вузол; 2 – оболонка вала; 3 – цапфа вала.

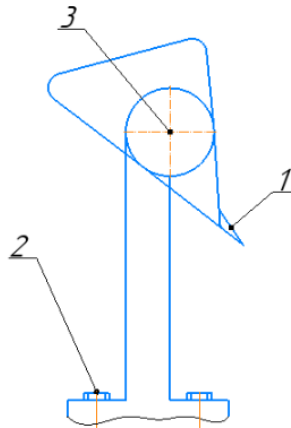
Рисунок 3.6 – гауч-вал

Сприски

На верхній сітковій частині є два осцилюючих сприсків високого тиску: один для очищення сітки, а другий для безперервної промивки гауч-валу; стаціонарні фіксовані сприски: п'ять сприсків низького тиску для безперервної промивки грудного, поворотного, зворотного, натяжної і правильного валів, два крохмальних сприски для міжшарової проклейки, а також змочуючі сприски відсмоктуючих ящиків -6х2 шт. і сопло для очищення кромки сітки -1х2 шт. [15].

Шабер

Шабера (рисунок 3.7) служать для зняття маси і води з поверхні вала і їх відведення. Підшипник шабера складається з корпусу кульки, що допускає похибка кута при підйомі і русі.



1 – шаберне лезо; 2 – кріплення; 3 – підшипник.

Рисунок 3.7 – Шабер

Шабер виготовлений з кислотостійкої сталі, рама підстави має квадратну форму в поперечному перерізі. Шабер з динамічним завантаженням, осциляцією і електромеханічним приводом. Шабер має ручний пристрій для відводу шаберного леза від вала [1,2,3].

3.2 Вибір матеріалів

Вали виготовляються з наступних матеріалів:

1. Грудний та сіткоповоротні вали за конструкцією аналогічні. Вони виготовляються зі сталевих труб, облицьованих гумою.
2. Відсмоктуючий гауч-вал складається з нержавіючої сталі його оболонка перфорована. Відсмоктувальну камеру виготовляють литою або звареною з нержавіючої сталі.
3. Пресовий вал виготовляється зі сталевій сорочки облицьованої гумою.

4. Сітководучі вали - трубчастої конструкції з чавунними патронами-цапфами. Поверхня валів облицьована гумою.

Гідропланки та відсмоктуючі ящики виготовляються з таких матеріалів:

1. Гідропланки виконані у вигляді рейок із корозійностійкого матеріалу. На поверхнях гідропланок, що безпосередньо контактують із сіткою, встановлені спеціальні зносостійкі вставки із поліуретану.

2. Відсмоктуючі ящики - коробчастої конструкції. Вони виготовляються з корозійностійкої сталі. Кришки ящиків - перфоровані, виконані із зносостійкого матеріалу.

3.3 Відповідність розробленого виробу вимогам охорони праці

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці - одне з найважливіших державних завдань. Успіх при вирішенні цього завдання значно залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці. Вищезазначені питання вирішуються шляхом підвищення кваліфікації фахівців в області охорони праці.

Технологічні процеси суттєво змінюються із сучасним розвитком науки та техніки та привносять принципові нововведення у всі сфери матеріального виробництва, суттєво змінюючи використовувані матеріали, предмети та знаряддя праці. В свою чергу трансформації технологій та устаткування призводять зміни до умов праці та трудового процесу в цілому. Тому, при розробці передової техніки, треба провести науковий аналіз вірогідних небезпечних та шкідливих виробничих факторів та розробити заходи і засоби, спрямовані на зниження їх несприятливого впливу на робочі кадри.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори

Робота на целюлозно-паперовому виробництві відноситься до роботи з підвищеною небезпекою. Основні шкідливі та небезпечні факторам на виробництві перелічені нижче:

- запиленість приміщень паперовим пилом, який може призвести до вибуху при підвищених концентраціях;
- тепловипромінювання, пара, нагріта поверхня устаткування;
- небезпечна напруга електричного струму;
- обертів та рухомі машини і механізми;
- пожежна безпека (склад ЛСР, ГЗМ).

Освітлення на робочих місцях

Приміщення, в якому розташована сіткова частина КРМ закритого типу, тобто в даному приміщенні штучне освітлення.

Для освітлення приміщення приймаємо 18 світильників: лампи ДРЛ 400 (напруга - 220 В, світловий потік - 19000 лм, Ефакт = 300лк) і ДРЛ 700 (напруга - 220 В, світловий потік - 35000 лм, Ефакт = 300лк), що відповідає вимогам СНиП П-4-79.

Пожежна безпека

Категорія приміщення В ОКТП24-86, клас захисту П-Па (ПУЄ).

При виникненні пожежі необхідно, не зволікаючи, вимкнути вентиляцію (як приточну, так і витяжну), а швидкість машини знизити до мінімальної. Зупинити машину слід по особливому розпорядженню.

Також при первинній пожежній небезпеці повинні бути здійсненні первинні

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заходи пожежогасіння. Первинні засоби пожежогасіння призначені для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні покривала) та пожежний інструмент (гаки, ломы, сокири тощо).

Вогнегасники та пожежний інвентар мають червоне пофарбування, а бочки з водою та ящики з піском ще й відповідні написи білою фарбою. Пожежний інструмент фарбується у чорний колір.

Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки повинні бути укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 8 л.

Ящики для піску мають місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ та повинні бути укомплектовані совковою лопатою.

Протипожежні покривала, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, повинні мати розмір не менш як 2х1 м та 2х2 м.

Для підвищення організації евакуації при пожежі, в спеціально відведених місцях, розміщено схеми евакоходів.

Протипожежна безпека сіткової частини КРМ відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85.

Електробезпека

Клас приміщення, в якому розміщена сіткова частина картоноробної машини відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

В приміщенні в якому розміщена сіткова частина картоноробної машини і для самої роботи машини використовуємо струм $U = 220/380$ В, частота $f = 50$ Гц з ізольованою нейтраллю.

Для запобігання ураженню електричним струмом:

- надійно ізолюємо елементи конструкції, що проводять електричний струм ($R_{iy} > 0,5$ мОм - опір ізоляції);
- кабелі укладаємо в «рукави»;
- встановлюємо сітчасті (розмір щілини - $0,015 \times 0,015$ м) огорожі струмоведучих частин на недосяжній висоті 3,0 м;
- встановлюємо електричне блокування на огорожі струмоведучих частин;
- встановлюємо орієнтацію в електроустановках (попереджувальні сигнали та знаки; написи та таблички; знаки високої напруги; відповідне розташування і колір неізольованих струмоведучих частин і ізоляції; фарбування органів управління у відмінний від інших колір і світлова ізоляція);
- обслуговуючому персоналу видаємо засоби захисту (діелектричні ковбики, рукавички, індикатори струму та напруги) в аварійному режимі використовуємо захисне заземлення.

Ці заходи проведені згідно ГОСТ 12.1.030 - 86.

3.4 Патентне дослідження

В проекті розроблено конструкцію масонапускного пристрою в складі формуючої частини картоноробної машини.

Предмет пошуку - 1) сіткова частина для виготовлення картону; 2) конструкції сіткового столу, формуюча частина, масонапускний пристрій. Об'єктом пошуку є винаходи й корисні моделі.

Мета пошуку інформації - визначення патентної ситуації щодо відсмоктуючого валу картоноробної машини (визначення патентоздатності

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

спроектованої установки й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці).

Визначення держав пошуку. Встановлені такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, ЄСРР, США, Велика Британія, Німеччина, Франція, Японія, Швейцарія.

Термін дії патенту на винахід в Україні - 20 років, патенту на корисну модель - 6 років. Тому регламент пошуку встановлюємо в межах 1999 - 2019 рр.

Класифікаційні індекси. Міжнародна патентна класифікація: МПК5, МПК6 і МПК7 - D06C15/08, D21F5/00, D21F5/02, D21F5/10, D21F5/18, F26B3/04, F26B 13/08.

Джерела інформації:

1) Патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Укрпатенту, Роспатенту й Госпатенту ЄСРР.

2) Науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курс процесів та апаратів хімічної технології та курсу устаткування для підготовки паперової маси.

Початок пошуку 10.03.2019 р. Закінчення пошуку 05.04.2019 р. Усі відомості про патенти та джерела пошуку наведені у додатку А.

У патенті України на винахід [4] авторами розроблено машину для виготовлення тонкого паперу (рисунок 3.8), яка містить такі пристрої: масонапускний, формуючий паперову полотнину, сушильний механізм та вали і шабер. Формуючий пристрій має пресовий вал, та включає механізми для зневоднювання. В сушильний механізм входить теплопровід для подачі теплоносія, а також витяжний вентилятор. Вали і шабер застосовують для зняття і крепирування висушеної паперової полотнини, яка відрізняється тим. Що сушильний механізм виконаний у вигляді гнучкого циліндричного нескінченного барабана обичайкового типу. Його листова теплопровідна стінка концентрично встановлена у теплопроводі подачі первісного теплоносія, який є витяжним. Утворюючи відсіки, попарно з'єднані з однієї сторони з входом вказаного теплопроводу, а з протилежної сторони - з усмоктувальним патрубком вентилятора. Опори обичайкового барабана, що підтримують його, виконані у

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вигляді привідних валів. Вони контактують із внутрішньою теплопровідною листовою стінкою. Один з вказаних валів встановлено напроти еластичного пресового вала з можливістю їх постійного контакту через листову теплопровідну стінку цього барабана з паперовою полотниною і сукном.

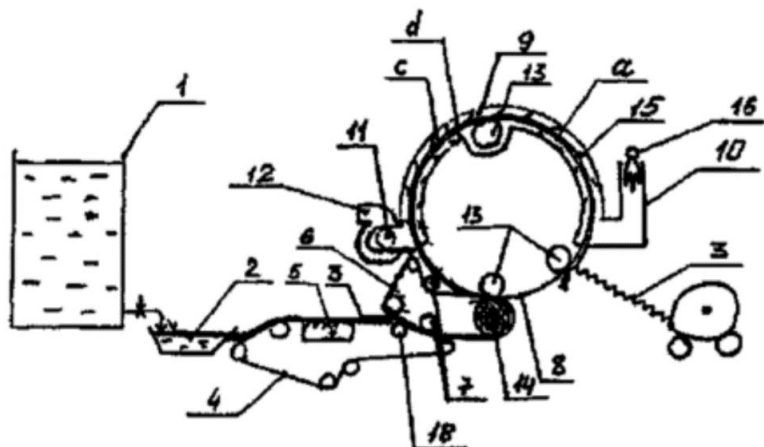


Рисунок 3.8 – машина для виготовлення тонкого паперу

Перевагою такої конструкції є малі габаритні розміри, мала металоємність, простота конструкції.

Недоліком є те, що на описаній конструкції можна виготовляти лише папір.

У патенті України на винахід [5] авторами розроблено розширений формуючий циліндр (рисунок 3.9) папероробної машини, що містить утримуючий вал із хрестовинами, кільця та повздовжні колосники. Який відрізняється тим, що колосники кріпляться до радіально-рухомих відносно осі циліндра секторів. А переміщення цих колосників та орієнтація, забезпечується поворотом губчастих коліс із спіральними напрямними, які закріплені до хрестовий кільцями із радіальними напрямними. Поворот зубчастих коліс здійснюється привідними валами передачі із внутрішнім зубчастим зачепленням. Також жорсткість циліндра забезпечується опорними вузлами хрестовим, розпірно-стяжними та фіксуючими елементами секторів, кілець, привідних валів, а також з'єднання колосників чеканкою та паянням. А ще

конструкція циліндра виконана із прокату корозійностійких металів, а пар тертя із різнорідних корозійностійких металів.

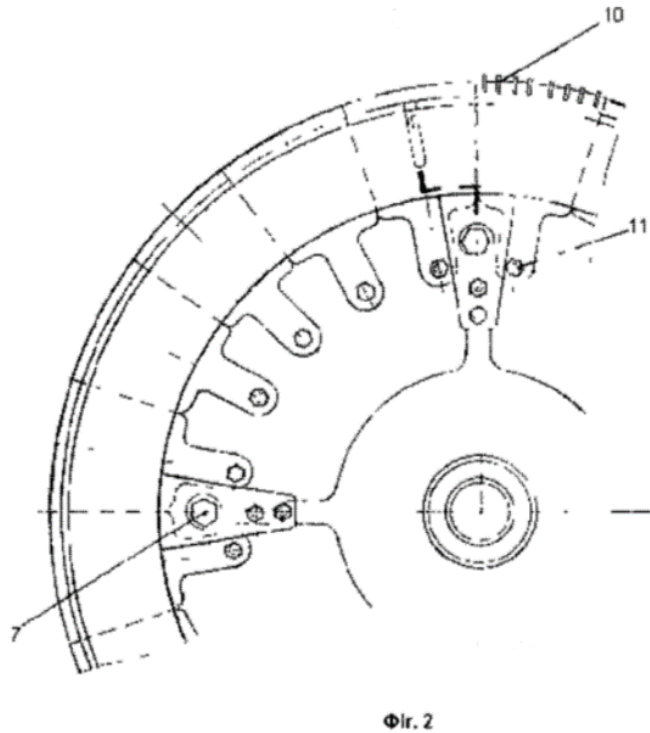


Рисунок 3.9 – Циліндр формуючий

Перевагою такої конструкції є малі габаритні розміри, простота конструкції.

Недоліками є зниження зусилля притискання ущільнення під час роботи і, як наслідок, погіршення процесу зневоднення.

У патенті Росії на винахід [6] авторами розроблено багаторежимний напірний ящик (рисунок 3.10), що містить опорну поверхню, дві або більше камер і регульовану кришку. Кожна камера містить безліч сопел, призначених для додаткової подачі волокна для виготовлення паперу на опорну поверхню. Регульована кришка функціонально конфігурована для можливості її регулювання в діапазоні переміщення, щоб вона утворювала формувальну область між опорною поверхнею та щонайменше однією камерою в першому режимі і між опорною поверхнею та щонайменше однією іншою камерою в другому режимі. Запропонований напірний ящик забезпечує функціональну

можливість використання потоків маси з різною в'язкістю при виготовленні аркушів картону.

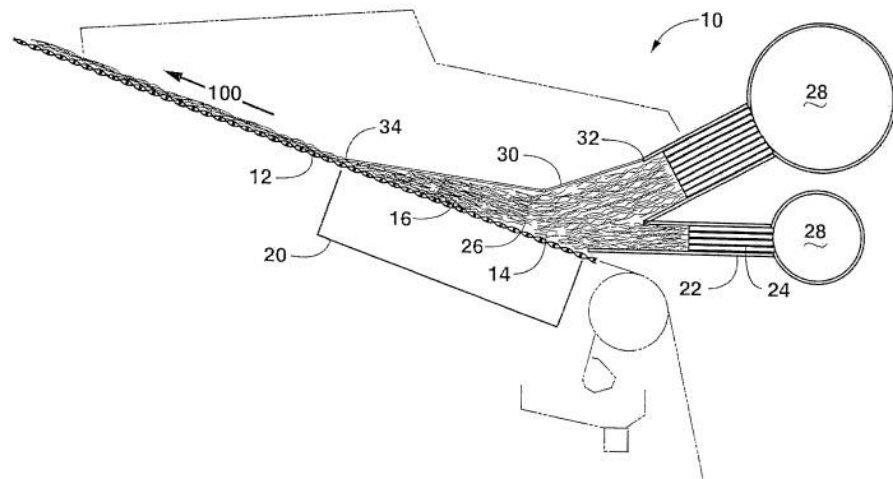


Рисунок 3.10 – багаторежимний напірний ящик

Перевагою такої конструкції є можливість створення картону з покрівельним шаром.

Недоліками є складність конструкції.

У патенті США на корисну модель [7] авторами розроблено метод та апарат для виготовлення картонних виробів (рисунок 3.11). Покращений спосіб виготовлення картону з целюлози включає в себе безліч підрозділів, розташованих у формувальній або мокрій ділянці Fourdrinier. Fourdrinier містить стіл для зневоднення, який має безліч лопатей. Вони є статичними або під нахилом, регульованими по висоті та/або куту, для управління орієнтацією паперових волокон на складі- Це дає можливість створити чудову якість картону та поліпшити характеристики міцності паперу. Гравітаційні та вакуумні дренажні елементи оснащені регульованим кутом і висотою обезводнення фольги, починаючи з сухості картону 0,1% і простягаючи все до 5% сухості. Результатом цього є поліпшення якості картону, збереження волокон та хімічних речовин та виконання необхідних властивостей картону.

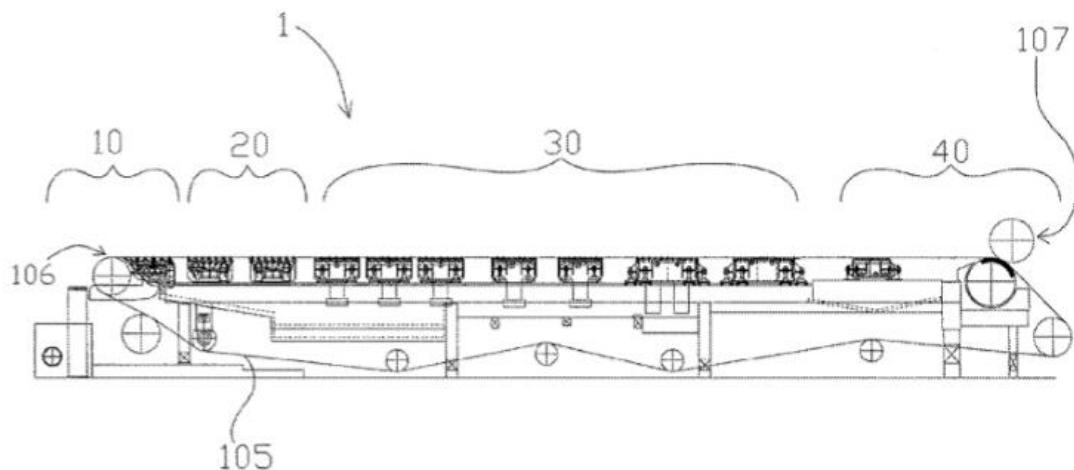
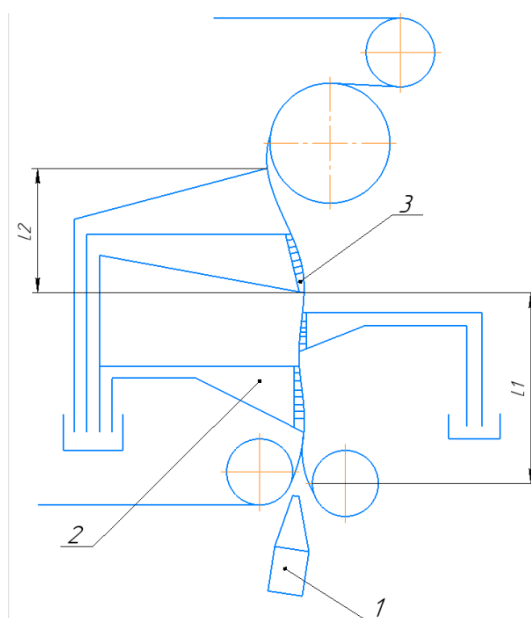


Рисунок 3.11 – Апарат для виготовлення картонних виробів

Перевагою такої конструкції є можливість виготовляти якісний картон. Недоліками є великі габаритні розміри.

У патенті міжнародної заявки [8] на корисну модель авторами розроблено метод та апарат, що стосується способу виготовлення картонного полотна між двома сітками (рисунок 3.12).



1 – масонапускний пристрій; 2- башмак; 3 – леза; L1, L2 - зони зневоднення перша та друга відповідно.

Волокнистий матеріал, що надходить з масонапускного пристрою, направляється між формуючими сітками, де вода видаляється з волокнистої маси

принаймні у двох послідовних зонах зневоднення. Перша зона зневоднення це криволінійна зона утворена башмаком. Друга зона утворюється фіксованими лезами для зневоднення. Винахід зроблено так, що основне зневоднення відбувається на другій зоні, а листоформування на першій зоні. Завдяки цьому ми отримуємо високу якість паперу.

Перевагою такої конструкції є можливість зневоднення в двох зонах.

Недоліками є складність конструкції.

У патенті Росії на винахід [9] авторами розроблено формуюча частина гібридного типу (рисунок 3.15), призначена для папероробної машини, має дві формуючі сітки, виконані з можливістю спільного переміщення в напрямку руху.

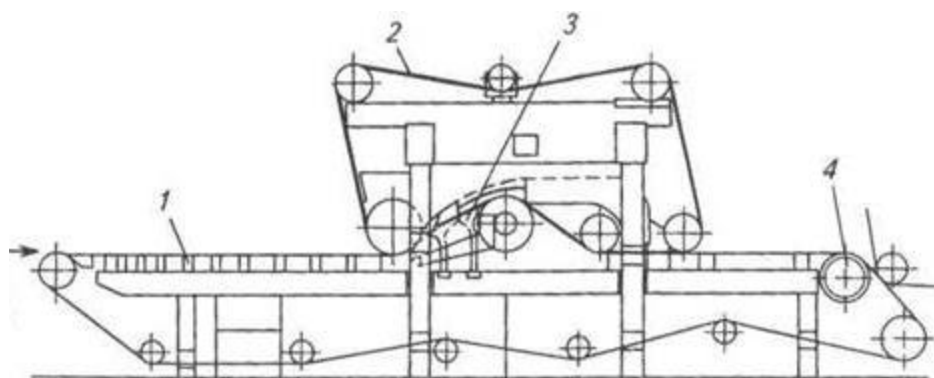


Рисунок 3.15 – формуюча частина гібридного типу

Сітки підтримуються наборами опорних елементів, які підтримуються відсмоктувальними ящиками. Відсмоктуючі ящики мають вигнуту підтримуючу поверхню і забезпечені, щонайменше, чотирма окремими відокремленими зонами розрідження, розташованими всередині формуючої частини. Крок опорних елементів сіток всередині кожної зони розрідження залишається постійним і зменшується в напрямку руху в послідовних зонах розрідження або зменшується в напрямку руху всередині кожної зони розрідження. Відсмоктуючі ящики, що підтримують опорні елементи сіток, монтуються так, щоб опорні елементи сіток розташовувалися в шаховому порядку щодо сторін обох формуючих сіток. Таким чином забезпечується підвищення якості продукції, що виготовляється.

Перевагою такої конструкції є можливість формування картону.

Недоліками цієї конструкції є її складність.

Висновки: на основі аналізу сукупності ознак новизни знайдених прототипів встановлено:

1) Розроблений пристрій та його складові частини відповідають умовам патентоспроможності винаходу.

2) Аналіз патентів дозволяє зробити висновок, що у галузі плоскосіткових формуючих КРМ основні розробки спрямовані на створення нових конструкцій як пристроїв в цілому, так і конструкцій окремих вузлів.

3) Розроблення плоскосіткової частини КРМ іде у напрямках підвищення інтенсивності і покращення ефективності роботи КРМ в цілому. Найчастіше пропонується конструкції, що дозволяють підвищити продуктивність процесу, покращити якість одержаного продукту, понизити енергетичні затрати та матеріал для проведення процесу.

4) Основні елементи формуючої частини є досить відомими і забезпечують необхідну інтенсивність та ефективність проведення процесу.

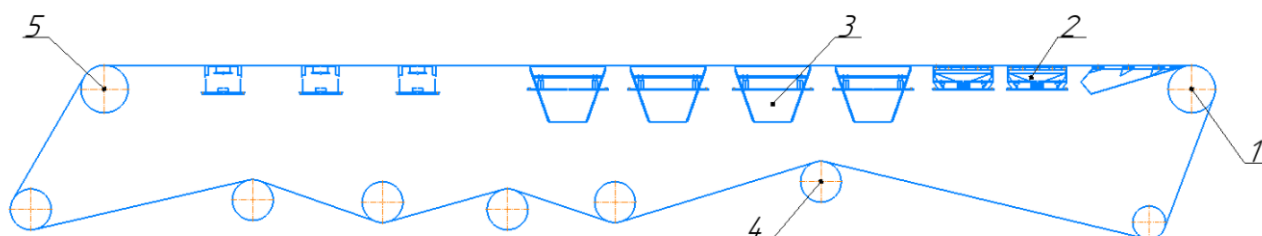
5) Установлено, що конструкцію проектованої формуючої частини можна вдосконалити, запропонувавши встановити плоскосіткову частину замість вакуум фермерів, що дозволить зменшити енергетичні втрати.

Копії використаних патентів розміщено в додатку Б пояснювальної записки.

4 Розрахунки що підтверджують працездатність та надійність конструкції

4.1 Розрахунок довжини сіткового столу

Розрахункова схема зображена на рис 4.1.



1 – грудний вал; 2 – блок гідропланок; 3 – відсмоктуючий ящик;
4 – поворотний вал; 5 – гауч-вал.

Рисунок 4.1 – Сітковий стіл

Мета розрахунку: визначити довжину сіткового столу, необхідну для забезпечення необхідної сухості картону.

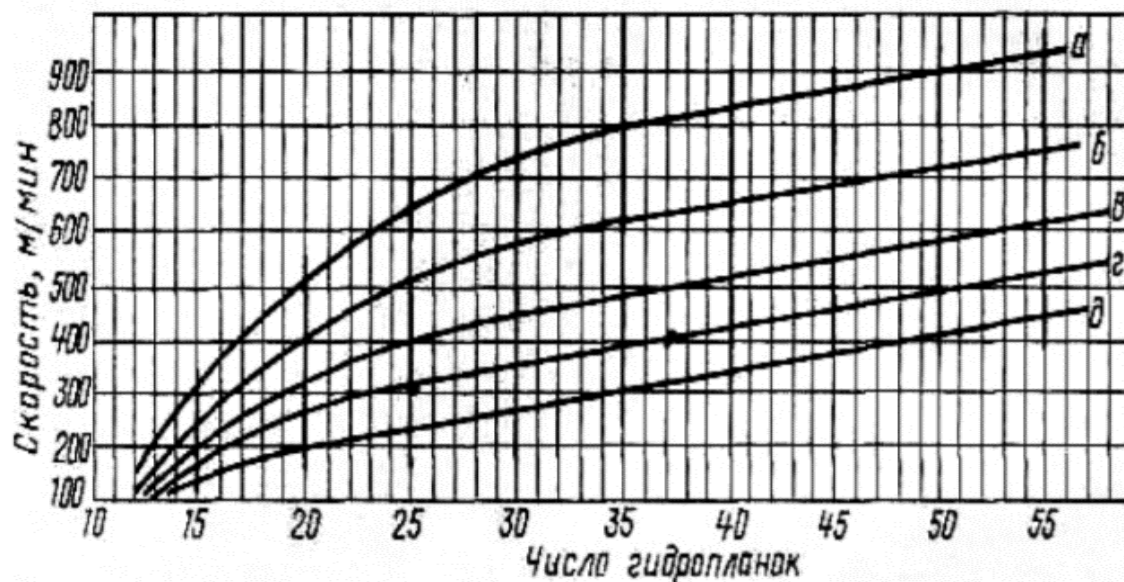
Вихідні дані:

- Маса квадратного метра основного шару g , г/м² 180
- Швидкість машини V , м/с (м/хв) 8,3 (500)
- Ширина відсмоктуючих ящиків l , м 0,462
- Кількість відсмоктуючих ящиків основного шару n_3 6

Розрахунок здійснюється за поелементарною методикою, викладеною в [1].

Кількість гідропланок визначається в залежності від типу виготовлюваної продукції та швидкості машини згідно з діаграмою (рисунок 5.2), згідно з [1].

За графіком при швидкості 500 м/хв для картону необхідно встановити кількість гідропланок $n = 30$ (за умови, що найбільш близьким за характеристиками є папір мішечний).



а – папір газетний; б – папір типографський № 3; в – папір мішечний; г – картон; д – папір тонкий високосортний.

Рисунок 4.2 – Графіки залежності кількості гідропланок від швидкості машини

Крок гідропланок визначається в залежності від швидкості машини згідно з діаграмою (рисунок 4.3), згідно з [1].

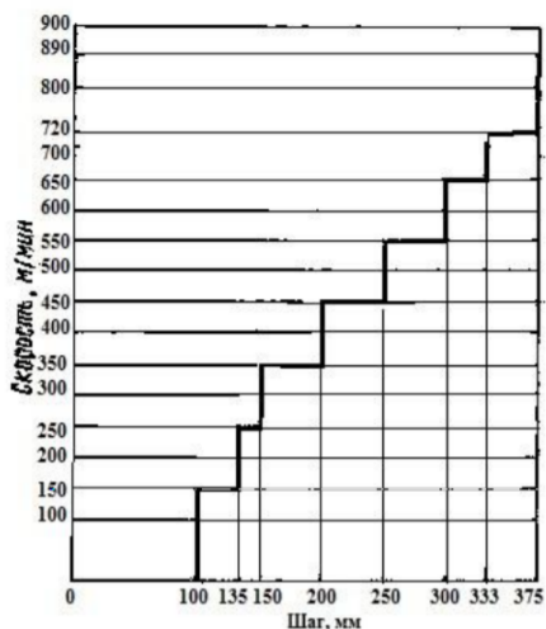


Рисунок 4.3 – графік залежності найбільшого кроку гідропланок від швидкості машини

Згідно з діаграми при швидкості КРМ 500 м/хв максимальний крок гідропланок (на початку столу) повинен складати $t = 0,3\text{ м}$.

Довжина сіткового столу, яку займаються гідропланки в одному блоці:

$$L_1 = (n_1 - 1) \cdot t = (5 - 1) \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м},$$

де n_1 – кількість гідропланок в одному пакеті.

Довжина столу, яку займають 8 пакетів гідропланок для основного шару:

$$L'_1 = L_1 \cdot n_2 = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ м},$$

Довжина столу, яку займають відсмоктуючі ящики для основного шару:

$$L'_2 = (t + 1) \cdot n_3 = (0,3 + 1) \cdot 6 = 7,8 \text{ м},$$

Розрахункова довжина сіткового столу для основного шару:

$$L'' = L_1 + L'_1 + L'_2 = 1,2 + 9,6 + 7,8 = 18,6 \text{ м}.$$

Розрахункова довжина столу відповідає рекомендаціям наведеним в [1].

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що необхідна довжина сіткового столу становить 18,6 м.

4.2 Розрахунок довжини сітки

Мета розрахунку: визначити розрахункову та максимальну робочу довжину неперервної синтетичної сітки пропонованої сіткової частини для основного шару.

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [1].

Вихідні дані:

відстані між центрами валів:

- l_1 , м	24
- l_2 , м	1,7
- l_3 , м	6
- l_4 , м	6,5
- l_5 , м	4
- l_6 , м	1,8
- l_7 , м	1,5

- l_8 , м 4
- l_9 , м 1,7

радіуси валів:

- поворотний вал R_4 , м 0,355
- гауч-вал R_2 , м 0,460
- зворотній вал, сітководучий вал,
сітконатяжний вал, правильний вал R_3 , м 0,205
- грудний вал R_1 , м 0,357

кути обхвату валів сіткою:

- грудний вал α_1 , град 111
- сітководучий вал α_2 , град 72
- сітководучий вал α_3 , град 7
- сітконатяжний вал α_4 , град 3
- правильний вал α_5 , град 21
- сітководучий вал α_6 , град 29
- сітководучий вал α_7 , град 21
- поворотний вал α_8 , град 135
- гауч-вал α_9 , град 44
- перепад температур при роботі сітки Δt , °C 30
- допуск на виготовлення сітки δ , м 0,07

Довжина ділянки a_1 обхвату сіткою грудного валу:

$$a_1 = 2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot \frac{\alpha_1}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,357 \cdot \frac{111}{360} = 0,6916 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_2 обхвату сіткою сітководучого валу:

$$a_2 = 2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot \frac{\alpha_2}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,205 \cdot \frac{72}{360} = 0,2576 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_3 обхвату сіткою сітководучого валу:

$$a_3 = 2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot \frac{\alpha_3}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,205 \cdot \frac{7}{360} = 0,025 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_4 обхвату сіткою сітконатяжного валу:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_4 = 2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot \frac{\alpha_4}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,205 \cdot \frac{3}{360} = 0,0107 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_5 обхвату сіткою правильного валу:

$$a_5 = 2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot \frac{\alpha_5}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,205 \cdot \frac{21}{360} = 0,0751 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_6 обхвату сіткою сітководучого валу:

$$a_6 = 2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot \frac{\alpha_6}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,205 \cdot \frac{29}{360} = 0,103 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_7 обхвату сіткою сітководучого валу:

$$a_7 = 2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot \frac{\alpha_7}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,205 \cdot \frac{21}{360} = 0,0751 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_8 обхвату сіткою поворотного валу:

$$a_8 = 2 \cdot \pi \cdot R_4 \cdot \frac{\alpha_8}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,357 \cdot \frac{135}{360} = 0,8364 \text{ м.}$$

Довжина ділянки a_9 обхвату сіткою гауч-валу:

$$a_9 = 2 \cdot \pi \cdot R_2 \cdot \frac{\alpha_9}{360} = 2 \cdot 3,1415 \cdot 0,460 \cdot \frac{44}{360} = 0,353 \text{ м.}$$

Сумарна розрахункова довжина сітки:

$$\begin{aligned} L_c &= l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \\ &\quad + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 \\ &= 24 + 1,7 + 6 + 6,5 + 4 + 1,8 + 1,5 + 4 + 1,7 + 0,691 \\ &\quad + 0,257 + 0,025 + 0,01 + 0,075 + 0,103 + 0,075 + 0,840 \\ &\quad + 0,353 = 53,8124 \text{ м.} \end{aligned}$$

Подовження сітки при натягуванні:

$$\Delta l_n = L_c \cdot k_p = 53,81 \cdot 0,0019 = 0,1019 \text{ м,}$$

де k_p – коефіцієнт видовження сітки при натягуванні [1].

Температурне подовження сітки при нагріванні:

$$\Delta l_t = L_c \cdot k_t \cdot \Delta t = 53,81 \cdot 17,5 \cdot 10^{-6} \cdot 30 = 0,0282 \text{ м,}$$

де k_t – коефіцієнт температурного подовження сітки [1].

Подовження сітки при роботі:

$$\Delta l_p = L_c \cdot k_R = 53,81 \cdot 0,001 = 0,0536 \text{ м,}$$

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де k_R – коефіцієнт видовження сітки під час експлуатації [1].

Максимальна робоча довжина сітки:

$$L_{max}^{роб} = L_c + \Delta l_n + \Delta l_t + \Delta l_p + \delta$$

$$= 53,628 + 0,1019 + 0,0282 + 0,0536 + 0,07 = 53,8124 \text{ м,}$$

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що розрахункова довжина сітки складає 53,628 м, а максимальна робоча довжина - 53,8124 м.

4.3 Розрахунок гауч-вала

Розрахункова схема зображена на рисунку 4.5.

Вихідні дані:

- діаметр оболонки вала зовнішній D, м	0,8
- діаметр оболонки вала внутрішній d, м	0,736
- довжина зони відсмоктування l, м	4,94
- ширина зони відсмоктування b_1 , м	0,386
- ширина сітки b, м	5,1
- натяг сітки q, кН/м	5
- маса оболонки m_1 , кг	3900
- маса відсмоктуючої камери m_2 , кг	2200
- маса лицьової цапфи гауч-вала m_3 , кг	1100
- маса приводної цапфи гауч-вала m_4 , кг	1800
- крутний момент на приводній цапфі $M_{кр}$, Нм	6600
- вакуум у камері P_B , Па	75000
- матеріал оболонки	Сталь 12X17
- модуль пружності E, МПа	2×10^5

На оболонку вала діють навантаження від ваги вала, вакууму, натягу сітки (рис. 4.6).

Мета розрахунку: визначення відносного прогину оболонки валу.

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [12].

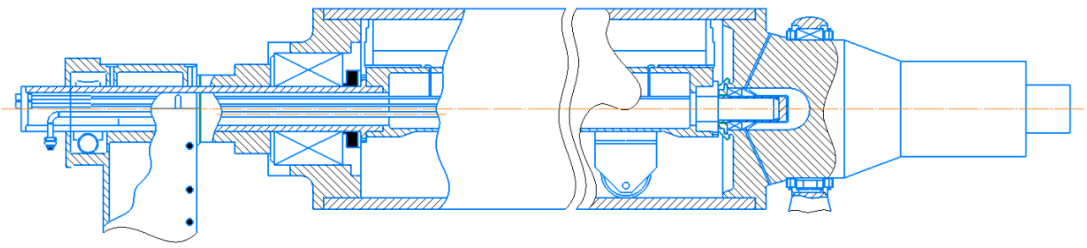


Рисунок 4.5 – Гауч-вал

Навантаження від вакуума P_1 , Н:

$$P_1 = P_B \cdot b_1 \cdot l = 75000 \cdot 0,386 \cdot 4,94 = 1,43 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Кут охоплення вала сіткою $\alpha_1=44^\circ$. В цьому випадку створене зусилля від натягу сітки P_2 дорівнює:

$$P_2 = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{\sin \alpha}{2} = 2 \cdot 5000 \cdot 5,1 \cdot \frac{\sin 44^\circ}{2} = 17713,78 \text{ Н.}$$

Сила тяжіння оболонки вала визначається за формулою:

$$G_1 = m_1 \cdot g = 3900 \cdot 9,81 = 38259 \text{ Н.}$$

Сумарне навантаження на вал від всіх зусиль P , Н:

$$P = G_1 + P_1 + P_2 = 38259 + 1,43 \cdot 10^5 + 17713,78 = 1,9899 \cdot 10^5 \text{ Н,}$$

Тоді опора корпусу вала з лицьового боку відчуває навантаження від ваги корпусу вала, притиску оболонки вала і камери від час створення вакууму в ній.

Сила тяжіння лицьової цапфи гауч-вала визначається за формулою:

$$G_3 = m_3 \cdot g = 1100 \cdot 9,81 = 10791 \text{ Н.}$$

Реакція опори корпусу вала з лицьового боку R_1 :

$$R_1 = \frac{P}{2} + G_3 = \frac{1,9899 \cdot 10^5}{2} + 10791 = 1,1028 \cdot 10^5 \text{ Н,}$$

Опора корпусу вала з лицьового боку сприймає навантаження від ваги корпусу вала, вала камери, натягу верхньої сітки.

Сила тяжіння відсмоктуючої камери та приводної цапфи гауч-вала визначається за формулою:

$$G_2 = m_2 \cdot g = 2200 \cdot 9,81 = 22582 \text{ Н.}$$

$$G_4 = m_4 \cdot g = 1800 \cdot 9,81 = 17658 \text{ Н.}$$

Реакція опори корпусу вала з приводного боку R_2 :

$$R_2 = \frac{P + P_1 + G_2}{2} + G_4 = \frac{1,9899 \cdot 10^5 + 1,43 \cdot 10^5 + 22582}{2} + G_2$$

$$= 1,9405 \cdot 10^5 \text{ Н},$$

На відсмоктувальну камеру діє навантаження P_k від ваги камери:

Сумарне зусилля P_k , Н:

$$P_k = G_2 = 22582 \text{ Н}.$$

Реакція опори відсмоктувальної камери з лицьового боку R_A , Н:

$$P_A = P_k \cdot \frac{0,5 \cdot l_4 \cdot l_3}{L_1} = 22582 \cdot \frac{0,5 \cdot 5 \cdot 1,065}{6} = 83180,625 \text{ Н}.$$

Максимальний згинальний момент в середньому перерізі вала M , Нм:

$$M = P \cdot \left(\frac{l_2}{8} + \frac{L}{4} \right) = 1,9899 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{1,7}{8} + \frac{5,53}{4} \right) = 3,1738 \cdot 10^5 \text{ Нм}.$$

Момент інерції перерізу оболонки без урахування перфорації I , м^4 :

$$I = 0,05 \cdot (D^4 + d^4) = 0,05 \cdot (0,8^4 + 0,736^4) = 0,0058 \text{ м}^4.$$

Момент опору перетину оболонки валу W , м^3 :

$$W = 2 \cdot \frac{I}{D} = 2 \cdot \frac{0,0058}{0,8} = 0,015 \text{ м}^3.$$

Для обліку ослаблення оболонки перфорацією застосовується наведений коефіцієнт ослаблення поперечного перерізу сорочки перфорацією η .

Ділянка дуги t_s , см укладена між крайніми отворами на зовнішньому діаметрі $D=0,8$ м в умовному опорному багатокутнику (рисунок 4.7), дорівнює:

$$t_s = \frac{\pi D}{n} = \frac{3,1415 \cdot 0,8}{36} = 0,0698 \text{ м},$$

де n – число отворів, що потрапляють в поперечний переріз оболонки на даному діаметрі ($n \approx 36$).

Небезпечний переріз можливої поломки є ламаною лінією, що проходить по отворах. Число однакових відрізків, що становлять ламану лінію $i = 5$ (рисунок 4.8). Крок між отворами $S_1 = 0,015$ м, діаметр отворів $d = 0,01$ м.

$$t'_s = i \cdot (S_1 - d) = 5 \cdot (0,0159 - 0,01) = 0,25 \text{ м}.$$

Наведений коефіцієнт ослаблення η поперечного перерізу оболонки визначається за формулою:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$\eta = \frac{t'_s}{t_s} = \frac{0,25}{0,0698} = 0,3581.$$

Напруга вигину в оболонці вала σ_n , Па:

$$\sigma_n = \frac{M}{W \cdot \eta} = \frac{3,1738 \cdot 10^5}{0,0145 \cdot 0,3581} = 6,1037 \cdot 10^7 \text{ Па.}$$

Необхідно провести розрахунок оболонки на жорсткість. Прогин оболонки перфорованого вала визначається з урахуванням коефіцієнта живого перетину перфорації. На поверхні оболонки вибирається умовно опорний багатокутник. Площа опорного багатокутника Ω , м², на зовнішньому діаметрі визначається за формулою:

$$\Omega = t_a \cdot t_s = 0,12 \cdot 0,0698 = 8,37 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

Де t_a – розмір опорного багатокутника у напрямку утворення вала, м.

Площа перерізу одного отвору ω , м²:

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,1415 \cdot 0,01^2}{4} = 7,854 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Число отворів в опорному прямокутнику $n = 38$.

Коефіцієнт живого перетину K :

$$K = \frac{n \cdot \omega}{\Omega} = \frac{38 \cdot 7,854 \cdot 10^{-5}}{8,37 \cdot 10^{-3}} = 0,3375.$$

Середній момент інерції перфорованої оболонки I_{cp} , м⁴:

$$I_{cp} = I \cdot (1 - K) = 0,0058 \cdot (1 - 0,3375) = 0,0038 \text{ м}^4.$$

Прогин робочої частини вала посередині прольоту f , м:

$$f = \frac{P \cdot l_2^2 \cdot (12 \cdot L - 7 \cdot b)}{384 \cdot E \cdot I_{cp}} = \frac{1,9899 \cdot 10^5 \cdot 5,22^2 \cdot (12 \cdot 5,53 - 7 \cdot 5,1)}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0038} = 5,9662 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Відносний прогин:

$$\varepsilon = \frac{f}{l_2} = \frac{5,9662 \cdot 10^{-5}}{1,7} = 3,5095 \cdot 10^{-5}.$$

$$[\varepsilon] = \frac{1}{14000} \cdots \frac{1}{15000}.$$

Висновок: відносний прогин є допустимим.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

4.4 Розрахунок цапфи гауч-вала

Метою даного розрахунку є перевірка міцності приводної цапфи гауч-вала.

Вихідні дані:

- Реакція опори R, Н	79230
- Відстань від опори до небезпечного перерізу II-II L ₃ , м	0,128
- Зовнішній діаметр цапфи d ₂ , м	0,470
- Товщина стінки цапфи δ _ц , м	0,1
- Границя витривалості матеріалу цапфи σ _{лц} , Па	323,33×10 ⁶
- Коефіцієнт безпеки K _{бц}	1,7
- Коефіцієнт стану поверхні K _{бц} ⁿ	1
- Масштабний фактор ε _{бц}	0,68
- Необхідний запас міцності цапфи [n] _{min}	2,5

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [12].

Згинальний момент в перерізі II-II:

$$M = R \cdot L_3 = 79230 \cdot 0,128 = 10141,44 \text{ Нм}$$

Момент опору перерізу цапфи:

$$W_2 = 0,1 \cdot d_2^3 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{2 \cdot \delta_{\text{ц}}}{d_2} \right)^4 \right] = 0,1 \cdot 0,47^3 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{2 \cdot 0,1}{0,47} \right)^4 \right] \\ = 0,0093 \text{ м}^3.$$

Напруження згину:

$$\sigma = \frac{M}{W_2} = \frac{10141,44}{0,0093} = 1,0962 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Допустима границя концентрації напружень:

$$[K_6] = \frac{K_{\text{бц}} + K_{\text{бц}}^n - 1}{\varepsilon_{\text{бц}}} = \frac{1 + 1,7 - 1}{0,68} = 2,5.$$

Границя витривалості:

$$[\sigma] = \frac{\sigma}{[K_6]} = \frac{1,0962 \cdot 10^6}{2,5} = 129,33 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Запас міцності в перерізі II-II:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{ц} = \frac{[\sigma]}{\sigma} = \frac{129,33 \cdot 10^6}{1,0962 \cdot 10^6} = 117,9837$$

Умова міцності:

$$n_{ц} \geq [n]_{min}$$

Висновок: умова міцності виконується. В результаті даного розрахунку встановлено, що міцність цапф гауч-вала забезпечена.

4.5 Розрахунок грудного вала

4.5.1 Розрахунок вала на жорсткість

Розрахункова схема зображена на рисунку 4.9.

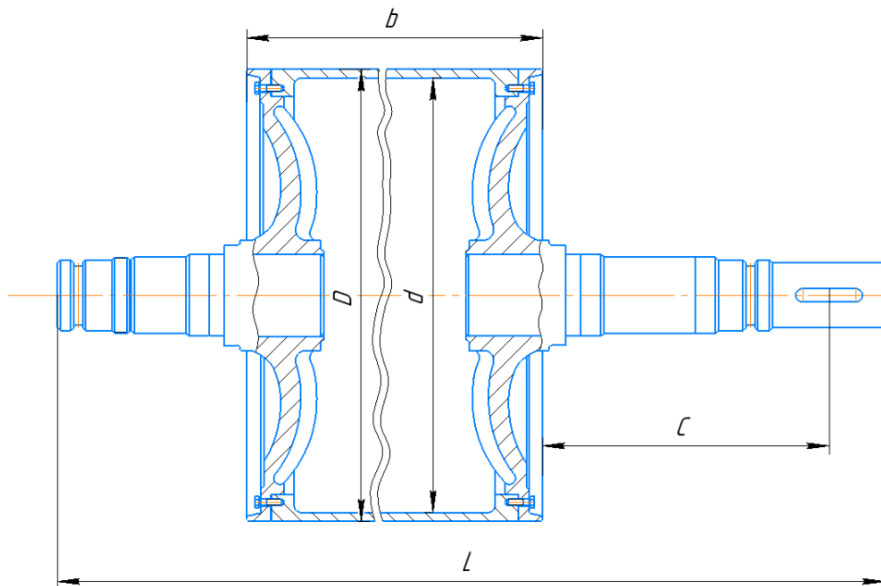


Рисунок 4.6 – розрахункова схема

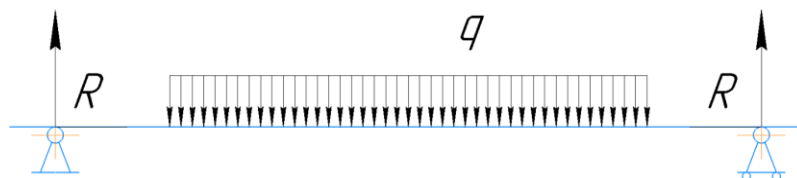


Рисунок 4.7 – схема навантажень на грудний вал

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705516.001ПЗ

Арк.

59

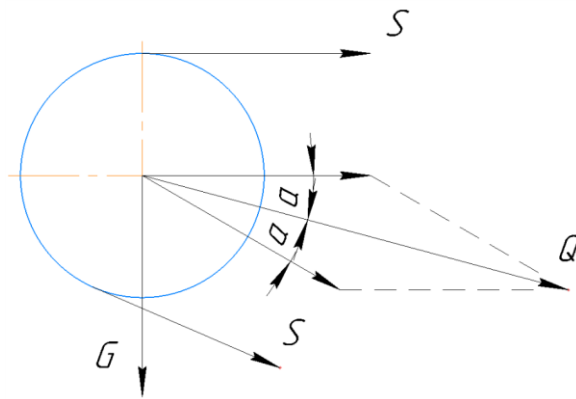


Рисунок 4.8 – схема навантажень від дії натягу сітки,
що діють на грудний вал

Мета розрахунку: перевірка умов жорсткості корпусу грудного валу та перевірка валу на критичне число обертів.

Вихідні дані:

- Ширина сітки l_1 , м	5,2
- Сила тяжіння грудного валу G , Н	28000
- Сила тяжіння оболонки валу з облицюванням m , Н	19000
- Зовнішній діаметр оболонки D , м	0,538
- Внутрішній діаметр оболонки валу d , м	0,470
- Відстань між опорами валу L , м	5,5
- Довжина оболонки валу B , м	5,2
- Допустимий відносний прогин $[\varepsilon]$ [3]	5×10^{-5}
- Питомий натяг сітки q , Н/м [3]	7×10^3
- Матеріал оболонки валу	сталь 40
- Модуль пружності для матеріалу оболонки E , Па	2×10^{11}
- Кут нахилу рівнодійної від натягу сітки α , град	64
- Швидкість V , м/хв	400

Розрахунок здійснюється за методикою викладеною в [3].

Навантаження від натягу сітки, що діє на вал:

$$S = q \cdot l_1 = 7 \cdot 10^3 \cdot 5,2 = 36400 \text{ Н.}$$

Навантаження від натягу гілок сітки (рисунок 4.12):

$$Q = q \cdot l_1 = 7 \cdot 10^3 \cdot 5,2 = 31913,41 \text{ Н.}$$

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вертикальна складова сумарного навантаження на вал:

$$R_{\text{верт}} = G + Q \cdot \sin(\alpha) = 2 \cdot 36400 \cdot \sin(64^\circ) = 56683,59 \text{ Н.}$$

Горизонтальна складова сумарного навантаження на вал:

$$R_{\text{гор}} = Q \cdot \cos(\alpha) = 31913,41 \cdot \cos(64^\circ) = 13989,92 \text{ Н.}$$

Сумарне навантаження на вал (рисунок 4.11):

$$R = R_{\text{верт}} + R_{\text{гор}} = 56683,59 + 13989,92 = 70673,51 \text{ Н.}$$

Момент інерції оболонки валу:

$$I = 0,05 \cdot (D^4 - d^4) = 0,05 \cdot (0,538^4 - 0,49^4) = 0,0013 \text{ м}^4.$$

Максимальний прогин корпусу валу [3]:

$$f = \frac{R \cdot B^2 \cdot (12 \cdot L - 7 \cdot B)}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{70673,51 \cdot 5,2^2 \cdot (12 \cdot 5,5 - 7 \cdot 5,2)}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0013} = 0,006 \text{ м.}$$

Відносний прогин:

$$\varepsilon = \frac{f}{L} = \frac{3,22 \cdot 10^{-4}}{5,5} = 4 \cdot 10^{-5}$$

Умова жорсткості:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon].$$

В даному випадку маємо:

$$4 \cdot 10^{-5} \leq 5 \cdot 10^{-5}$$

Прогин валу під дією власної сили тяжіння:

$$f_{\text{ст}} = \frac{5 \cdot G \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 28000 \cdot 5,5^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0013} = 0,0002 \text{ м.}$$

Робоча частота обертання валу:

$$n = \frac{V}{\pi \cdot D} = \frac{500}{3,1415 \cdot 0,538} = 4,91 \text{ об/с.}$$

Критичне число обертів вала [3]:

$$n_{\text{кр}} = \frac{300}{\sqrt{f_{\text{ст}}}} = \frac{300}{\sqrt{0,0002}} = 19690,05 \text{ об/с.}$$

Умова відсутності резонансу:

$$\frac{n}{n_{\text{кр}}} = \frac{5,91}{19690,05} = 0,0002$$

В даному випадку маємо:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$0,0002 \leq 0,6$$

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що жорсткість сорочки грудного валу забезпечена, а умова відсутності резонансу по обертам валу виконується.

4.5.2 Розрахунок вала на міцність

Мета розрахунку: розрахунок вала на міцність.

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [3].

Згідно розрахункової схеми рисунок 4.10.

Момент опору прогину оболонки валу, у перерізі I-I:

$$W_1 = 0,2 \cdot D^2 \cdot (1 - \alpha^4) = 0,2 \cdot 0,538^2 \cdot (1 - 0,9^4) = 0,0031 \text{ м}^3.$$

Момент опору прогину цапфи валу в перерізі II-II:

$$W_2 = 0,1 \cdot d_1^3 = 0,1 \cdot 0,095 = 0,0095 \text{ м}^3.$$

Згинаючий момент оболонки валу в перерізі I-I:

$$M_1 = G \cdot \left(\frac{L}{4} - \frac{B}{8} \right) = 28000 \cdot \left(\frac{5,5}{4} - \frac{5,2}{8} \right) = 20300 \text{ Нм.}$$

Згинаючий момент цапфи валу в перерізі II-II:

$$M_2 = R_a \cdot c = 14000 \cdot 0,155 = 2170 \text{ Нм.}$$

Реакція опори:

$$R_a = \frac{G}{2} = \frac{28000}{2} = 14000 \text{ Н.}$$

Напруження при згинанні оболонки валу в перерізі I-I:

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{20300}{0,0031} = 6,5181 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

$$\sigma_1 = 6,5181 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma]_B = 130000000 \text{ Па}$$

Напруження при згинанні цапфи валу в перерізі II-II:

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{2170}{0,0095} = 2,531 \cdot 10^7 \text{ Па.}$$

$$\sigma_2 = 2,531 \cdot 10^7 \text{ Па} < [\sigma]_ц = 550000000 \text{ Па.}$$

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Висновок: умова міцності вала виконується, оскільки напруження при згинанні є значно меншим за допустиме напруження.

4.5.3 Розрахунок довговічності підшипників грудного валу

Мета розрахунку: визначити термін роботи підшипників грудного валу.

Вихідні дані:

- Сумарне навантаження на вал R, Н	68433,2
- Робоча частота обертання валу n, об/хв	266,38
- Динамічна вантажопідйомність підшипника C, Н[3]	57800
- Коефіцієнт обертання K _к [3]	1
- Коефіцієнт осьового навантаження m [3]	3,5
- Температурний коефіцієнт K _т [3]	1
- Коефіцієнт безпеки K _б [3]	1,2
- Коефіцієнт радіального навантаження X [3]	1
- Коефіцієнт осьового навантаження Y [3]	2,642

Розрахунок здійснюється за методикою, викладеною в [3].

Для даного вала обрано підшипник №3617 ГОСТ 5721-75 по розміру 0,085м.

Приведене навантаження на один підшипник:

$$R_{\text{пр}} = \frac{R}{2} \cdot (X \cdot K_K + 0,1 \cdot Y) \cdot K_T \cdot K_\delta = \frac{68433,2}{2} \cdot (1 \cdot 1 + 0,1 \cdot 2,642) \cdot 1 \cdot 1,2 = 51907,95 \text{ Н.}$$

Термін роботи підшипника:

$$L_0 = \left(\frac{C}{R_{\text{пр}}} \right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{57800}{51907,95} \right)^{\frac{10}{3}} = 3083,04 \text{ млн. об.}$$

$$L_h = \frac{L_0 \cdot 10^6}{60 \cdot n} = \frac{3083,04 \cdot 10^6}{60 \cdot 266,38} = 1,929 \cdot 10^5 \text{ год}$$

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що термін роботи підшипників грудного валу складає $1,929 \cdot 10^5$ год.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4.6 Розрахунок масонапускного пристрою

Розрахункова схема зображена на рисунку 4.12.

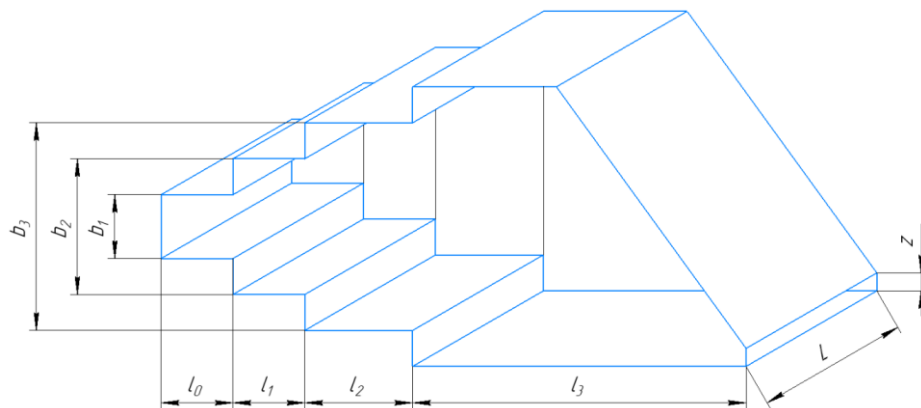


Рисунок 4.9 – Масонапускний пристрій

Мета розрахунку: розрахувати напірний ящик турбулентного типу з колектором поточкорозділювача прямокутного перерізу та перфорованою плитою.

Вихідні дані:

- Продуктивність машини Q , кг/с	4,5
- Робоча швидкість машини V_m , м/с	8,3
- Концентрація маси в напірному ящику C_n , %	0,6
- Концентрація маси у реєстровій воді C_p , %	0,2
- Сухість паперу на накаті C_k , %	95
- Висота камери I ступені колектора b_1 , м	0,3
- Висота камери II ступені колектора b_2 , м	0,45
- Висота камери III ступені колектора b_3 , м	0,6
- Довжина вхідної камери	0,5
- Довжина камери I ступені колектора l_1 , м	0,76
- Довжина камери II ступені колектора l_2 , м	1
- Довжина камери III ступені колектора l_3 , м	1,5
- Величина отвору випускної щілини z , м	0,04
- Ширина напуску маси L , м	4,65

Розрахунок здійснюється за поелементарною методикою, викладеною в [1].

4.6.1 Параметричний розрахунок

Об'ємна витрата маси, що надходить на сітки, м³/с:

$$Q_M = \frac{Q \cdot C_K}{\rho_M \cdot (C_H - C_P)} = \frac{4,5 \cdot 95}{1000 \cdot (0,6 - 0,2)} = 1,0688 \text{ м}^3/\text{с}$$

Примітка: при концентрації волокна менше 1% $\rho_M \approx \rho_{\text{води}}$

Об'ємна витрата маси, яка надходить до колектора з турбулізатором, з урахуванням циркуляції (10%), м³/с:

$$Q_K = \frac{Q_M}{0,9} = \frac{1,0688}{0,9} = 1,188 \text{ м}^3/\text{с}$$

Колекторна камера ступінчасто збільшується від вхідного кінця до вихідного і має переріз прямокутного профілю. В даній конструкції присутні 3 секції.

Площа вихідного перерізу I ступені, м²:

$$F_1 = b_1 \cdot L = 0,3 \cdot 4,65 = 1,395$$

Площа вихідного перерізу II ступені, м²:

$$F_2 = b_2 \cdot L = 0,45 \cdot 4,65 = 2,0925$$

Площа вихідного перерізу III ступені, м²:

$$F_3 = b_3 \cdot L = 0,6 \cdot 4,65 = 2,79$$

Площа вихідного перерізу напірного ящика, м²:

$$F_4 = z \cdot L = 0,04 \cdot 4,65 = 0,186$$

Швидкість маси у колекторній камері I ступеня, м/с:

$$V_1 = \frac{Q_K}{F_1} = \frac{1,1875}{1,395} = 0,8513$$

Швидкість маси у колекторній камері II ступеня, м/с:

$$V_2 = \frac{Q_K}{F_2} = \frac{1,1875}{2,0925} = 0,5675$$

Швидкість маси у колекторній камері III ступеня, м/с:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_3 = \frac{Q_K}{F_3} = \frac{1,1875}{2,79} = 0,4256$$

Швидкість маси на виході з напірного ящика, м/с:

$$V_4 = \frac{Q_K}{F_4} = \frac{1,1875}{0,186} = 6,3844$$

Що відповідає заданим рекомендованим значенням швидкості.

Визначення коефіцієнтів гідравлічного опору турбулізатора

Оскільки турбулізатор напірного ящика має не круглий переріз, то для визначення коефіцієнтів гідравлічного опору замість діаметру труби підставимо гідравлічний діаметр на кожній секції.

Гідравлічний діаметр I секції, м:

$$D_{H_1} = 4 \cdot \frac{F_1}{2 \cdot (b_1 + L)} = 4 \cdot \frac{1,395}{2 \cdot (0,3 + 4,65)} = 0,5636$$

Гідравлічний діаметр II секції, м:

$$D_{H_2} = 4 \cdot \frac{F_2}{2 \cdot (b_2 + L)} = 4 \cdot \frac{2,0925}{2 \cdot (0,45 + 4,65)} = 0,8206$$

Гідравлічний діаметр III секції, м:

$$D_{H_3} = 4 \cdot \frac{F_3}{2 \cdot (b_3 + L)} = 4 \cdot \frac{2,79}{2 \cdot (0,6 + 4,65)} = 1,0629$$

Гідравлічний діаметр на виході із напірного ящика, м:

$$D_{H_4} = 4 \cdot \frac{F_4}{2 \cdot (z + L)} = 4 \cdot \frac{0,186}{2 \cdot (0,04 + 4,65)} = 0,0793$$

Завдяки конструкційним особливостям, потік маси в масонапускному пристрої отримує турбулентний характер течії. Проте даний характер течії утворений штучно і для визначення коефіцієнта гідравлічного тертя скористаємось формулою для гнучких труб:

$$\lambda = \frac{68}{Re} = \frac{68}{1142,62} = 0,1267$$

де Re – число Рейнольдса:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{V_1 \cdot D_{H1}}{\nu} = \frac{0,8513 \cdot 0,5636}{8,94 \cdot 10^{-4}} = 536,68$$

де ν – кінематична в'язкість маси, приймаємо $8,94 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$

Коефіцієнт гідравлічного опору I секції:

$$\xi_1 = \lambda \cdot \frac{l_1}{D_{H1}} = 0,1267 \cdot \frac{0,5}{0,5636} = 0,1124$$

Коефіцієнт гідравлічного опору II секції:

$$\xi_2 = \lambda \cdot \frac{l_2}{D_{H2}} = 0,1267 \cdot \frac{0,76}{0,8206} = 0,1173$$

Коефіцієнт гідравлічного опору III секції:

$$\xi_3 = \lambda \cdot \frac{l_3}{D_{H3}} = 0,1267 \cdot \frac{1}{1,0629} = 0,1192$$

Коефіцієнт гідравлічного опору на виході із напірного ящика:

$$\xi_4 = \lambda \cdot \frac{l_4}{D_{H4}} = 0,1267 \cdot \frac{1,5}{0,0793} = 2,3961$$

4.6.2 Визначення сумарного опору

Втрати напору на I секції, Па:

$$h_1 = \frac{V_1^2 \cdot \rho_M}{2} \cdot \xi_1 = \frac{0,8513^2 \cdot 1000}{2} \cdot 0,1124 = 40,7238$$

Втрати напору на II секції, Па:

$$h_2 = \frac{V_2^2 \cdot \rho_M}{2} \cdot \xi_2 = \frac{0,5675^2 \cdot 1000}{2} \cdot 0,1173 = 18,8966$$

Втрати напору на III секції, Па:

$$h_3 = \frac{V_3^2 \cdot \rho_M}{2} \cdot \xi_3 = \frac{0,4256^2 \cdot 1000}{2} \cdot 0,1192 = 10,798$$

Втрати напору на виході з напірного ящика, Па:

$$h_4 = \frac{V_4^2 \cdot \rho_M}{2} \cdot \xi_4 = \frac{6,3844^2 \cdot 1000}{2} \cdot 2,3961 = 48833,8012$$

Загальні втрати напору від гідравлічного опору, Па:

$$h_s = \sum h_i = 40,7238 + 18,8966 + 10,798 + 48833,8012 = 48904,2195$$

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Втрати напору на гідравлічний опір напірного ящика, Па:

$$h_r = h_s + h_H = 48904,2195 + 0,95 \cdot 10^4 = 58404,2195$$

де h_H – напір для піднімання маси із колектора до масонапускного каналу (приймаємо $h_H = 0,95 \cdot 10^4$ Па).

Швидкісний напір, Па:

$$h_K = \frac{V^2 \cdot \rho_M}{2} = \frac{8,3^2 \cdot 1000}{2} = 34445$$

Сумарний напір необхідний для роботи ящика, Па:

$$H = h_K + h_r = 34445 + 58404,2195 = 92849,2195$$

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що необхідний напір для роботи напірного ящика становить 92,85 кПа.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

5. Рекомендації щодо монтажу формуючої частини

Виготовлення

При виготовленні елементів сіткової частини особливу увагу слід приділити ретельному динамічному балансуванню всіх валів. Динамічне балансування слід здійснювати на спеціальних верстатах при швидкості, що є рівною або на 10 % перевищує робочу.

Для покращення зрівноваженості всі вали сіткової частини повинні бути зсередини проточені. Після проточування вали слід перевірити ультразвуком на наявності дефектів. Динамічне балансування гумованих валів та валиків необхідно проводити двічі - до і після гумування.

Монтаж

У зв'язку з високою технічною складністю сучасних паперо- та картоноробних машин їх монтаж, пуск і налагодження здійснюють спеціалізовані організації.

На сітковій частині КРМ здійснюються головні процеси формування та картонного полотна, які в основному визначають якісні показники картону на накаті, а також роботу пресової та сушильної частин, каландру та накату [19].

При роботі сіткової частини на процес зневоднення впливають одночасно понад 70 взаємопов'язаних конструктивних, технологічних і енергетичних факторів - близько 2/3 всіх факторів, що проявляються при роботі КРМ.

Процес зневоднення і формування картонного полотна визначається вакуумом під сіткою, який виникає в збігаючому клині гідропланки. Форма та величина імпульсу вакууму багато в чому залежить від геометричної форми збігаючого клину, що визначає важливість точності вивірювання валів та зневоднюючих елементів при монтажі сіткової частини. Крім цього, точність

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

монтажу, особливо паралельність основних валів. обумовлює можливість нормального ходу сітки.

До замовника сіткова частина надходить у вигляді укрупнених блоків поставки. Укрупнені складальні одиниці подають до місця встановлення в порядку технологічної послідовності монтажу.

При складанні пристрою важливо слідувати інструкціям, зазначеним на складальних кресленнях. Положення нових пристроїв необхідно виміряти від початкових точок, показаних на складальних кресленнях.

При складанні спочатку слід переконатися у відсутності небезпек при запуску.

Після складання необхідно переконатися в тому, що все обладнання і інструменти, використані при складанні, були прибрані, і місце складання було приведено в порядок.

Монтаж сіткової частини починається із встановлення на шини базового вала (гауч-вала або сіткоповоротного), після якого монтуються стійки сіткового стола, його поперечні та повздовжні балки, сітководучі та грудний вали, зневоднюючі елементи (гідропланки, відсмоктуючі ящики).

Грудний вал, формуюча дошка, гідропланки, відсмоктуючі ящики і гауч-вал, розміщені на ділянці прямого ходу сітки (зона відливання та зневоднення картонного полотна), повинні знаходитись суворо в одній горизонтальній площині для забезпечення якісного контакту їх із сіткою. В іншому випадку не буде забезпечений вакуум в клині гідропланки, у відсмоктуючих ящиках, що порушує нормальний хід зневоднення, рівномірність вологості картонного полотна по ширині. Перевірка горизонтальності верхніх твірних та поверхонь зневоднюючих елементів може здійснюватися прямим та перехресним способами за допомогою монтажних лінійок і рівнів або ж нівелірів.

Особливу увагу при монтажі слід надати встановленню гауч-вала. Це пов'язане з тим, що він зазвичай слугує базою для встановлення валів пресової частини і, крім того, існує можливість пошкодження шліфованого бронзового циліндра. При монтажі гауч-вала та інших валів подібного типу стропування за сорочку може здійснюватися тільки м'якими (рушниковими) стропами.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатація

Обладнання сіткової частини повинно використовуватися тільки в місцях, призначених для його використання, при температурі максимум 80 °С. Обладнання розроблене для безперервного використання. Всі методи експлуатації, за винятком тих, що згадані в даній конструкції - заборонені.

Перед пуском в експлуатацію необхідно переконатися в тому, що всі кріпильні гвинти, захисту і з'єднання знаходяться на своїх місцях і зафіксовані належним чином.

Перед пуском в експлуатацію переконайтеся в тому, що все допоміжне обладнання, що використовується при установці і підйомі - видалено. Монтажні опори також слід прибрати.

Місця підвищеного ризику повинні бути захищені принаймні відповідно до інструкцій і постановами влади і комбінату. Вам необхідно перебувати на Достатній відстані від рухомих частин, а переходи повинні бути зведеними від різних матеріалів.

Завжди використовуйте необхідну захисний одяг та приладдя. Наприклад, беруші необхідно використовувати під час роботи машини.

Завжди при виникненні небезпеки для людини або майна машина повинна бути зупинена негайно. Переконайтеся в тому, що ризик усунутий перед тим як повторно запустити машину.

Технічний персонал проводить огляд механічного пристрою і виконує зупинку негайно, в разі якщо існує небезпека нещасного випадку або пошкодження власності.

Обслуговуючий персонал проводить регулярні перевірки і обслуговування відповідно до інструкцій комбінату і виробника. Обслуговуючий персонал також виконує спільні дії відповідно до професійними навичками.

При проведенні сервісу слід вжити заходів щодо запобігання небезпеки пуску.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Коли обладнання більше не потрібно, воно виводиться з експлуатації. Устаткування демонтується і як можна більшу кількість частин використовується повторно. Частини не придатні для повторного використання слід утилізувати відповідним чином на підприємстві з утилізації відходів, схваленому керівництвом підприємства.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

6. Рівень стандартизації та уніфікації

Конструюючи машини і апарати хімічної та нафтопереробної промисловості варто максимально використовувати стандартні, нормалізовані й уніфіковані конструктивні елементи, деталі та вузли.

Уніфікація - це раціональне скорочення числа типів, видів, розмірів вузлів і їхніх елементів. З урахуванням класифікації процесів ряд машин і апаратів уніфіковані, тобто в конструкції передбачена можливість використання їх у різних виробництвах для проведення того самого процесу у визначеному діапазоні параметрів.

Стандартизація устаткування - це зведення численних видів виробів однакового функціонального призначення до обмеженого числа обов'язкових стандартних зразків. Для найбільш модернізованих конструкцій машин і апаратів розроблені ГОСТи.

Наявність достатньо високого рівня стандартизації й уніфікації вузлів і деталей апарата значно знижує вартість його виготовлення, зменшує втрати по ремонту, експлуатації та переходу при необхідності на нові режими роботи.

При конструюванні масонапускного пристрою були використані такі стандартні вироби:

Масонапускний пристрій складається з 1200 деталей, з яких:

- стандартизованих $N_c = 600$;
- уніфікованих $N_y = 400$;
- індивідуальних ненормалізованих $N_i = 100$;

Тоді, частка уніфікованих деталей в конструкції складає:

$$K_y = \frac{N_y}{N_y + N_i} = \frac{400}{400 + 100} = 0,8$$

Частка стандартизованих деталей в конструкції складає:

$$K_c = \frac{N_c}{N_c + N_i} = \frac{600}{600 + 100} = 0,85$$

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

‘ Висновок: за результатами розрахунків конструкція стандартизована на 85% та уніфікована на 80%. Це дозволяє спростити процес виготовлення виробу та ціну конструкції в цілому.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Очікувані техніко-економічні показники

Модернізація формуючої частини картоноробної машини в умовах діючого ПАТ «Київського картонопаперового комбінату» (Київський КПК).

7.1 Обґрунтування доцільності вдосконалення формуючої частини картоноробної машини

Целюлозно-паперове виробництво – одна із найважливіших галузей сучасної промисловості в Україні. Це доволі складне багатоопераційне виробництво, яке споживає велику кількість різноманітних видів волокнистих напівфабрикатів, природної сировини та хімічних продуктів. Також воно зв'язано з великими витратами теплової та електричної енергії, свіжої води та інших ресурсів і супроводжується утворенням виробничих відходів та стічних вод. Але не дивлячись на великі затрати целюлозно-паперове виробництво має велике значення для держави.

Формуюча частина машини повинна працювати таким чином, щоб на ній відбувалося рівномірне і максимально припустиме для визначеного виду паперу і картону розподілення маси, тому що від якості сформованого картонного полотна залежить якість кінцевої продукції. Крім того, при правильному підході можна буде досягти вищої якості без ускладнення конструкції. Тому на сьогодні велика увага приділяється удосконалюванню конструкції формуючих частин з метою одержання рівномірної волокнистої маси.

Модернізація формуючої частини КРМ буде полягати у вдосконаленні напірного ящика, а саме в установці турбулізатора потоку для підвищення ступеня однорідності маси.

Головною перевагою даної модернізації буде підвищення якості картонного полотна за рахунок підвищеного ступеня однорідності, за допомогою турбулізованого потоку маси, внаслідок чого волокна набувають хаотичного руху а однорідність збільшується. Основні техніко – економічні показники

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

базового і вдосконаленого напірного ящика, для порівняння, знаходяться в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Основні техніко-економічні показники базового і вдосконаленого напірного ящика

№	Найменування показників	Одиниця виміру	До модернізації	Після модернізації
1	2	3	4	5
1	Річна продуктивність	т/рік	64172. 6	74237.2
2	Швидкість	м/с (м/хв)	15 (500)	15 (500)
3	Маса	кг	5087	5137
4	Ринкова ціна нового аналогічного устаткування	тис. грн.	—	120,75
5	Первісна вартість устаткування, яка експлуатується	тис. грн.	113,5	—
6	Залишкова вартість	тис.грн.	29,62	—

7.2 Розрахунок додаткових витрат на модернізацію

Метою розрахунку є визначення основної заробітної плати виробничих робітників, нормативної трудомісткості виготовлення машини та додаткові витрати на модернізацію.

Вихідні дані для розрахунку:

Витрати на матеріали М, тис грн 810

Витрати на експлуатацію та обслуговування Р, % 180

Додаткова заробітна плата та нарахування α , % 90

Позавиробничі витрати η , % 1,5

Витрати на проектні роботи $З_{пр}$, тис грн 16

Модернізованих машин N, шт. 1

Маса базового обладнання G_B , кг 5200

Маса модернізованого обладнання G_M , кг 4700

Розрахунок здійснюємо за методикою викладеною в [15].

Нормативна трудомісткість виготовлення машини:

$$T_H = \frac{T_B \cdot G_M}{G_B} = \frac{720 \cdot 4700}{5200} = 685 \text{ год}$$

де $T_B = 720$ годин - трудомісткість виготовлення базового обладнання.

Основна заробітна плата виробничих робітників:

$$З_{осн} = C_{т.ср} \cdot T_H = 1,35 \cdot 685 = 925 \text{ грн/чол},$$

де $C_{т.ср} = 1,35$ грн - тарифна ставка четвертого розряду.

Розрахунок собівартості:

$$\begin{aligned} C_H &= \left\{ \left[M + З_{осн} \left(1 + \frac{P}{100} \right) + З_{осн} \frac{\alpha}{100} \right] \left(1 + \frac{\eta}{100} \right) \right\} + \frac{З_{пр}}{N} = \\ &= \left\{ \left[810000 + 925 \left(1 + \frac{180}{100} \right) + 925 \frac{90}{100} \right] \left(1 + \frac{1,5}{100} \right) \right\} + \\ &\quad + \frac{16000}{1} = 848572 \text{ грн} \end{aligned}$$

Витрати на придбання елементів обладнання, які виготовляє на замовлення інше підприємство (таблиця 7.2).

Таблиця 7.2 - Витрати на елементи обладнання

Обладнання	Обрізна ширина м	Кількість	Коефіцієнт використання	Вартість, грн
Напірний ящик	4,2	1	0,95	1143600
Турбулізатор потоку	4,2	1	0,95	3228747

Транспортно – заготівельні витрати (4% від вартості обладнання)

174894

Вартість потрібного обладнання:

- для базового

$$\Pi_{\text{БВ.М}}=8300000 \text{ грн}$$

- для модернізованого

$$\Pi_{\text{МВ.М}}=\Pi_{\text{БВ.М}} + C_{\text{н}}=8300000+848572=9148572 \text{ грн}$$

Витрати на складально-монтажні роботи.

Витрати на складально-монтажні:

$$K_{\text{ДМ.М}} = \Pi \cdot \frac{10}{100} = 810000 \cdot \frac{10}{100} = 81000 \text{ грн}$$

Додаткові витрати на модернізацію:

$$\Delta K = \Pi + K_{\text{ДМ.М}} + Z_{\text{Б}} = 810000 + 81000 = 891000 \text{ грн},$$

де $Z_{\text{Б}}=0$ - затрати на будівлю, оскільки після модернізації не знадобилась додаткова площа.

Висновок: в результаті проведення розрахунку було визначено нормативну трудомісткість виготовлення машини – 685 грн, основну заробітню плату – 925 грн та додаткові витрати на модернізацію – 891 тис грн.

7.3 Розрахунок техніко – економічних показників до і після модернізації обладнання

Метою розрахунку є визначення витрат на виробничі будови, витрати на складально – монтажні роботи, капітальні затрати на модернізоване обладнання, річну продуктивність обладнання, витрати на оплату праці основних працівників, витрати на електроенергію та витрати на утримання і ремонт будівлі.

Вихідні дані для розрахунку:

Вартість суміжного обладнання $\Pi_{\text{см}}$, тис грн.

90

Площа машини S , м² 30

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питома вартість виробничої площадки $\Pi_{\text{буд}}$, грн./м² 500

Коефіцієнт додаткової площі η_g 1,5

Розрахунок здійснюємо за методикою викладеною в [15].

Витрати на обладнання:

- для базового:

$$K_{\text{с.Б}} = \Pi_{\text{БВ.М}} \cdot \frac{10}{100} = 8300000 \cdot \frac{10}{100} = 830000 \text{ грн}$$

- для модернізованого:

$$K_{\text{с.М}} = \Pi_{\text{МВ.М}} \cdot \frac{10}{100} = 9148572 \cdot \frac{10}{100} = 914857,2 \text{ грн}$$

Витрати на виробничі будови:

$$K_{\text{буд}} = \Pi_{\text{буд}} \cdot S \cdot \eta_g = 500 \cdot 30 \cdot 1,5 = 22500 \text{ грн}$$

Витрати на складально-монтажні роботи:

- для базового:

$$K_{\text{дм.Б}} = \Pi_{\text{БВ.М}} \cdot \frac{10}{100} = 8300000 \cdot \frac{10}{100} = 830000 \text{ грн.}$$

- для модернізованого:

$$K_{\text{дм.М}} = \Pi_{\text{МВ.М}} \cdot \frac{10}{100} = 9148572 \cdot \frac{10}{100} = 914857,2 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати базового обладнання:

$$\begin{aligned} K_{\text{Б}} &= \Pi_{\text{Б}} + \Pi_{\text{см}} + K_{\text{дм}} + K_{\text{с}} + K_{\text{буд}} = \\ &= 8300000 + 90000 + 830000 + 22500 + 830000 \\ &= 10072500 \text{ грн} \end{aligned}$$

Капітальні затрати на модернізоване обладнання:

$$K_{\text{М}} = K_{\text{Б}} + \Delta K - K_{\text{реал}} = 10072500 + 891000 - 114360 = 10849140 \text{ грн}$$

Розраховуємо кошти отримані від продажу частини обладнання, що підлягло модернізації:

$$K_{\text{реал}} = \frac{(\Pi_{\text{м}} \cdot m)10}{100} = \frac{(1143600 \cdot 1)10}{100} = 114360 \text{ грн}$$

де $\Pi_{\text{м}} = 1143600$ грн – вартість валу з глухими отворами;

$m = 1$ шт – кількість валів.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номінальний F_H фонд визначаємо за формулою:

$$F_{HB} = S \cdot h \cdot D_p = 3 \cdot 8 \cdot 365 = 8760 \text{ год},$$

де $S=3$ - кількість змін роботи;

$h=8$ год – тривалість робочої зміни;

$D_p=365$ – кількість робочих днів на рік.

Дійсний річний фонд часу роботи машини:

- для базового:

$$F_{gB} = F_H \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) = 8760 \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 8322 \text{ год}$$

- для модернізованого:

$$F_{gM} = F_H \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) = 8760 \left(1 - \frac{4}{100}\right) = 8410 \text{ год}$$

де δ – відсоток часу простою машини при планово – попереджувальному ремонті до номінального часу.

Річна продуктивність для базової машини:

$$Q_{P.B} = Q_2 \cdot F_g = 22,6 \cdot 8322 = 188077,2 \text{ т/рік}$$

Річна продуктивність для модернізованої машини:

$$Q_{P.M} = Q_2 \cdot F_g = 25,4 \cdot 8410 = 213614 \text{ т/рік}$$

Поточні витрати розраховуються за рік по статтям:

1. Заробітна плата;
2. Нарахування на заробітну плату;
3. Витрати на електроенергію;
4. Витрата пару.
5. Витрати на поточний ремонт обладнання;
6. Витрати на поточний ремонт засобів автоматизації;
7. Витрати на поточний ремонт будівель;
8. Амортизаційні відрахування по обладнанню.
9. Амортизаційні відрахування по будівлі.

Заробітна плата:

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на оплату праці основних працівників, які обслуговують обладнання:

- для базового

$$C_B = \sum t_{ci} \cdot F_g \cdot \eta_g = 1 \cdot 8,14 \cdot 8322 \cdot 1,4 = 94837,5 \text{ грн}$$

- для модернізованого:

$$C_M = \sum t_{ci} \cdot F_g \cdot \eta_g = 1 \cdot 8,14 \cdot 8410 \cdot 1,4 = 95840,4 \text{ грн},$$

де $m=1$ – кількість основних працівників (середнього IV розряду), що обслуговують обладнання;

$t_{ci} = 8,14$ грн/год – годинна тарифна ставка робочого дня;

$\eta_g = 1,4$ – коефіцієнт, додаткової заробітної плати.

Нарахування на заробітну плату:

- для базового:

$$H_{зп.б} = 0,38 \cdot C_B = 0,38 \cdot 94837,5 = 36038 \text{ грн}$$

- для модернізованого:

$$H_{зп.м} = 0,38 \cdot C_M = 0,38 \cdot 95840,4 = 36419 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію:

- для базового:

$$C_{еб} = N_y \cdot F_g \cdot K_B \cdot K_M \cdot C_e = 1200 \cdot 8322 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1,68 = 8220804 \text{ грн/рік}$$

- для модернізованого:

$$C_{ем} = N_y \cdot F_g \cdot K_B \cdot K_M \cdot C_e = 950 \cdot 8410 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1,68 = 6508137 \text{ грн/рік},$$

де $N_y=950$ - сумарна встановлена потужність електродвигунів;

$K_B=0,7$ – коефіцієнт, що враховує використання двигунів протягом робочого дня;

$K_M=0,7$ -коефіцієнт, що враховує використання встановленої потужності електродвигунів машини;

$C_e=1,825$ грн/кВт – тариф на 1 кВтгод електроенергії.

Витрати на утримання і ремонт будівлі для базової та модернізованої моделі:

$$C_{р.с.б} = C_{р.с.м} = K_{б\text{уд}} \cdot \frac{2,4}{100} = 22500 \cdot \frac{2,4}{100} = 540 \text{ грн}$$

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Витрати на ремонт обладнання:

- для базового

$$C_{P.C.B} = K_{c.B} \cdot \frac{8}{100} = 830000 \cdot \frac{8}{100} = 66400 \text{ грн}$$

- для модернізованого:

$$C_{P.C.M} = K_{c.M} \cdot \frac{8}{100} = 914857,2 \cdot \frac{8}{100} = 73187 \text{ грн}$$

Витрати на утримання і ремонт інструментів та засобів автоматизації

- для базового:

$$C_{c.B} = K_{c.B} \cdot \frac{10}{100} = 830000 \cdot \frac{10}{100} = 83000 \text{ грн}$$

- для модернізованого:

$$C_{c.M} = K_{c.M} \cdot \frac{10}{100} = 914857,2 \cdot \frac{10}{100} = 91486 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування по обладнанню:

- для базового:

$$A_{облБ} = (C_{cm} + K_{дм.Б}) \frac{a}{100} + K_c \frac{a_c}{100} = (90000 + 830000) \cdot \frac{15}{100} + 830000 \cdot \frac{25}{100} = 345500 \text{ грн}$$

- для модернізованого:

$$A_{облМ} = (C_{cm} + K_{дм.М}) \frac{a}{100} + K_c \frac{a_c}{100} = (90000 + 914857,2) \cdot \frac{15}{100} + 914857,2 \cdot \frac{25}{100} = 379443 \text{ грн,}$$

де $a = 15\%$ - норма амортизаційних відрахувань з обладнання;

$a_c = 25\%$ - амортизаційні відрахування з КВП та автоматики.

Амортизаційні відрахування по будівлі:

$$A_{буд.Б} = A_{буд.М} = K_{буд} \cdot \frac{a_{буд}}{100} = 22500 \cdot \frac{5}{100} = 1125 \text{ грн,}$$

де $a = 5\%$ - норма амортизаційних відрахувань по будівлі.

Таблиця 7.3 - Поточні витрати на утримання та експлуатацію обладнання

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування статті	Сума, грн.	
	Базова машина	Модернізована машина
Оплата праці	94837,5	95837,5
Нарахування на заробітну плату	36038	36419
Витрати на електроенергію	8220804	6508137
Витрати на утримання і поточний ремонт обладнання	66400	73187
Витрати на утримання і поточний ремонт будівель	540	540
Витрати на утримання і ремонт інструментів та засобів автоматизації	83000	91486
Амортизаційні відрахування по обладнанню	345500	379443
Амортизаційні відрахування по будівлі	1125	1125
Всього	8848244,5	7186174,5

7.4 Оцінка ефективності модернізації

Метою розрахунку є визначення оцінки ефективності.

Вихідні дані розрахунку:

Річна продуктивність базового обладнання Q_M , т/рік 213614

Річна продуктивність модернізованого обладнання Q_M , т/рік 188077,2

Поточні витрати базового обладнання $Z_{п. баз}$, грн. 8848244,5

Поточні витрати нового обладнання $Z_{п. нов}$, грн. 7186174,5

Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень E_n 1,5

Капітальні витрати по базовому обладнанню K_B , грн 10072500

Капітальні витрати по модернізованому обладнанню K_M , грн. 10849140

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок здійснюємо за методикою викладеною в [15].

Оцінка ефективності:

$$E = (З_{п.баз} + E_H K_B) \frac{Q_M}{Q_B} - (З_{п.мод} + E_H K_M) =$$

$$= (8848244,5 + 0,15 \cdot 10072500) \frac{213614}{188077,2} -$$

$$-(7186174,5 + 0,15 \cdot 10849140) = 3084431,1 \text{ грн},$$

Висновок: отримане значення свідчить про доцільність модернізації.

Проведений в економічному розділі аналіз дозволяє зробити висновок про виконання основних завдань модернізованої техніки. Порівняльні техніко – економічні показники вдосконаленої і базової машини представлено в табл.8.4.

Таблиця 7.4 - Порівняльні техніко – економічних показників вдосконаленої і базової машини.

Показники	Одиниця	Базова машина	Вдосконалена машина
Річна продуктивність	т/рік	188077,2	213614
Годинна продуктивність	т/год	21,47	24,4
Загальна маса	кг	5200	4700
Капітальні витрати	грн.	9721500	10601500
Кількість обслуговуючого персоналу, в день	чол.	1	1
Сукупний економічний ефект у виробника та споживача	грн./рік	—	3084431,1
Установлена потужність	кВт	1200	950

Висновок

В дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» на тему «Модернізація формуючої частини картоноробної машини. Комплексний» проведено модернізацію формуючої частини картоноробної машини, що призначена для формування картонного полотна. Суть модернізації полягає в установці трьохсекційного турбулізатора в каналі масонапускного пристрою, що дозволило підвищити ступінь однорідності волокнистої маси, яка напускається на сітку.

Для виконання поставленого завдання зроблено обґрунтований вибір конструкції на основі проведеного патентного дослідження. Для повного розуміння призначення формуючої частини наведено опис технологічної схеми виробництва картону. Також наведено технічну характеристику формуючої частини. Виконано розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції, зокрема розрахунок довжини сіткового столу в результаті встановлено, що необхідна довжина становить – 18,6 м, розрахунок довжини сітки, робоча довжина якої становить 53,8 м, розрахунок гауч-вала на жорсткість та міцність де ми дізнались, що відносний прогин є допустимим, розрахунок грудного валу на жорсткість та міцність, розрахунок довговічності підшипників грудного валу термін роботи підшипників становить - 192900 год, розрахунок масонапускного пристрою, де встановлено що необхідний напір становить - 92,85 кПа. Надано рекомендації щодо монтажу та експлуатації, визначено рівень стандартизації і уніфікації розробленої конструкції.

Графічна частина проекту включає кресленики форматів А3х7, А3х4, що містять: складальні кресленики формуючої частини, складальне креслення масонапускного пристрою, кресленик формату А2 грудного валу а також кресленик сітконатяжки формату А2х4. До складальних креслеників складені специфікації. За результатами модернізації було опубліковано три тези у всеукраїнські статті.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Conclusion

A modernization of forming part of cardboard machine was developed with a title “Modernization of forming part of cardboard machine. Complex”. This part of cardboard making machine is being used to create cardboard canvas. The main feature of modernization is about installation of threesectioned turbolizator in mass emitter channel. This allowed to increase value of mass homogeneity and as a result higher product quality which makes its way to the net.

We designed a brand-new construction based on patent research to achieve delivered goals. We described technical characteristics of forming part to have a full view of the solution. Also, specific calculations were made to prove modernization purpose. The calculation results are showing that overall forming part length is 18,6 m, net length is 53,8 m. gauch shaft was approved as resistant, and its bending capacity is enough for effective working purposes. The calculation says that bearing lifecycle is about 192900 hours. Mass emitter was also calculated for required mass pressure and its value is 92,85 kPa. The installation and exploitation recommendations are given. Defined standardization and unification levels of developed construction.

Graphics part includes drawings of A3x7, A3x5 and A3 which contains assembly drawings of forming part of cardboard making machine, assembly drawing of mass emitter device, a chest shaft on a A2 format drawing and a canvas stretcher on a A2x4 drawing. Assembly drawing are accompanied by specification units.

This modernization was used in All-Ukrainian scientific theses publishment.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Перелік посилань

1. Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп. Изд-во «Лесная промышленность», 1970, стр. 634.
2. Писаренко Г. С. Опір матеріалів: Підручник / О. Л. Квітка, Е. С. Уманський; За ред. Г. С. Писаренка. – К.: Вища шк., 1993. – 655 с.
3. Киркач Н. Ф. Расчет деталей и проектирование деталей машин. Учебное пособие для технических вузов / Р. А. Баласанян. – Харьков.: Основа, 1991. – 276 с.
4. Марчевський В. М. Конструкторсько документація курсових і дипломних проектів. Київ: Норіта-плюс, 2006.
5. Пожитков В. И.Справочник механика целлюлозно-бумажного предприятия/ Калинин М. И., Старец И. С. и др.: Под ред. канд. техн. наук М. И. Калинина. – М.: Лесная пром-сть. 1983. – 552 с.
6. Офіційний сайт асоціації «Укрпапір» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrpaper.org/news.php>
7. Чичаев, В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т.2. Бумагоделательные машины: учеб / В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А. Екимова и др. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
8. Фляте, Д.М. Технология бумаги. Учебник для вузов / Д.М.Фляте. – М. Лесн. пром-сть, 1988 – 440 с.
9. Иванов, С.Н. Технология бумаги / С.Н. Иванов. – 3-е изд. – М.: Школа бумаги, 2006. – 696 с.
10. Матеріали переддипломної практики, отримані на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат».
11. Акулов Б.В. Производство бумаги и картона: Учебное пособие / Б.В. Акулов, С.Г.Ермаков – Перм.гос.техн.ун-т. – 2010. – 440 с.
12. Відсмоктуючий вал: пат.100184. Україна. МПК D21F 3/10 (2006.01) /Марчевський Віктор Миколайович,Процак Анна Сергіївна; заявник і власник Марчевський Віктор Миколайович;Процак Анна Сергіївна,

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.07.2015, Бюл.№ 13.

- 13.Офіційний сайт компанії «Voith» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://voith.com/corp-en/index.html>
- 14.Офіційний сайт компанії «Valmet» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.valmet.com>
- 15.Эйдли, И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп. / И.Я. Эйдли. – М.: «Лесная промышленность», 1970. – 624 с.
16. Смолин, А.С. Технология формирования бумаги и картона / Смолин А.С., Аксельрод Г.З. – М.: Лесн. пром.-сть – 120 с.
17. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – 9-е изд., перераб. и доп / под. ред.. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 960 с.
- 18.Пат. № 126991 Україна, МПК D21F 3/10 (2006.1). Відсмоктувальний вал/ О.А. Новохат, М.Б. Матохнюк; власники: О.А. Новохат, М.Б. Матохнюк. – U201801681; заявл. 20.02.18; публ. 10.07.2018, Бюл. № 13. – 5с.
19. Пат. № 2010120644/12 , Российская Федерация, МПК (2006.01) D21F 3/02, D21F 7/08 (2006.1), D21F 27/02. Структурирующая лента для изготовления бумажных салфеток/ Клерелид Ингавар, Томассон Ола, Абберг Бо-Кристен, Джонсон Кери П., ЛаФонд Джон Дж.; власники Олбани Интернешнл корп.– RU2407838C2; заявл. 27.12.2011; публ. 20.06.2014, Бюл. № 17. – 4с.
20. Patent № 4526389 Japan, Current CPC Class:D21F 9/02 (2006.01); D21F 1/52 (2006.01); Formation of a paper or paperboard web in a twin wire section of a twin-wire former or formers/ Inventor А-Уин, Джефри, Ш-Антилайнен, С-Одер, М-Колхонен, Ханс-П-Антинен, А-И-Колхонен, Анти – № JP 4526389; Appl. No.: 9; Filed: 2010.6.11. Publication Date: 2010.8.18. – 20 p.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Patent №9,856,603 United States Patent, Current CPC Class: D21F 11/006 (20130101); D21F 11/145 (20130101); D21F 1/76 (20130101); D21F 5/18 (20130101). Process for production of a fibrous pulp web /Anzel; Andreas (Graz, AT), Gissing; Klaus (Judendorf-Strassengel, AT), Scherb; Thomas (Sao Paulo, BR), Mausser; Wilhelm (Graz, AT); Assignee: ANDRITZ AG (Graz, AT) (US) – № US 9,856,603; Appl. No.: 15/283,636; Filed: October 3, 2016. Publication Date: Apr 6, 2017. – 20 p.
22. Patent № 20100065234 United States Patent Application Publication, Current CPC Class: D21F 3/00 (2006.01); D21F 11/00 (2006.01); B23P 23/00 (2006.01). Structuring belt, press section and tissue papermaking machine for manufacturing a high bulk creped tissue paper web and method therefore/ Inventors: Ingvar Berndt Erik Klerelid Karlstand (SE); Ola Thomasson, Rottneros (SE); Assignee: Ingvar Berndt Erik Klerelid Karlstand (SE); Ola Thomasson, Rottneros (SE); –Appl. No.: 12/561,840; Filed: Sep.17, 2009. Publication Date: Mar.18, 2010. – 30 p.
23. Шульман, Г.З. Сеточная часть бумагоделательных и картоноделательных машин. Расчет основных узлов: учебное пособие/ Г.З. Шульман, Н.В. Евдокимов. – ВШТЭ СПбГУПТД – СПб., 2016. – 53 с.
24. Куров, Н.Н. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: Учеб. Пособие / Под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушина. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2006. – 588 с.
25. Швецов, Ю.Н., Расчет основных параметров бумаго- и картоноделательных машин: учебно-методическое пособие / сост. Ю.Н. Швецов, Э.А. Смирнова. – ГОУВПО СПбГТУЗП. – СПб., 2009. – 64 с.
26. Офіційний сайт компанії «Systemax» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://systemax.com.ua/g32952554-aimm-aim-vzryvozaschischennyj>
27. Писаренко, Г. С. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / Под общ. ред. акад. АН УССР Г.С. Писаренко. – 4-е изд., перераб. и доп. –

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Київ: Вища школа. Головне изд-тво, 1979. – 696 с.

28. Жидецький, В.Ц. Практикум із охорони праці [Текст]: Навчальний посібник. / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигірей та інші. – Львів: Афіша, 2000 – 352 с.
29. Уральский, А.В. Пособие по охране труда на целлюлозно-бумажных предприятиях / А.В. Уральский, П.И. Маряшев. – М., «Лесная промышленность», 1978. – 136 с.
30. Малинский, И.З. Ремонт и монтаж оборудования целлюлозно-бумажного производства / И.З. Малинский. – М., «Лесная промышленность», 1975. – 344 с.
31. Кокушин, Н.Н. Монтаж и ремонт целлюлозно-бумажного оборудования / Н.Н. Кокушин – М., Экология. 1991 г. – 209 с.
32. Задольский, А.М. Методичні вказівки для виконання економічної частини диплому спеціалістів / А.М. Задольский. Київ: КПІ, 2012 р. – 82 с.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Патентний пошук

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предмет пошуку – формуюча частина КРМ. Мета пошуку інформації – визначення патентоспроможності формуючої частини й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці.

Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, ЄС, США, Китай.

Термін дії патенту на винахід в Україні – 20 років, тому регламент пошуку встановлюємо такий: 1999 – 2019 рр

Класифікаційні індекси:

- міжнародна патентна класифікація: МПК4, МПК5, МПК6 і МПК7 – D21F3/00, 3/04, 3/08, 3/10;

- уніфікована десяткова класифікація: УДК 676.026.2.

Джерела інформації:

- патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетні Держпатенту України, Роспатенту й Госпатенту ЄС;

- науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу папероробіт, картоноробіт та спеціальні машини.

Предметом пошуку є:

- 1) Формуюча частина КРМ;
- 2) Турбулентний напірний ящик.

Суттєвими ознаками апарата є: формуюча частина і масонапускний пристрій з турбулізатором потоку.

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.1 - Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

Предмет пошуку	Документи та об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості про їх дію
1	2	3
Машина для виготовлення паперу	Патент № 5126 (UA) МПК (2006) D21F 9/00. Машина для виготовлення паперу Седач, Пасічник О.В., Пасічник Д.В., Шисман – заявка № u2004075478, 07.07.2004; Опубл. 15.02.2005, Бюл №2	Діє
Циліндр формуючий розширений папероробної машини	Патент № 62745 (UA) МПК (2006) D21F 1/60. Циліндр формуючий розширений папероробної машини. Кондаков, Чернявський, Мулін та інші – заявка № u2003054357, 15.05.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл № 6	Діє
Багаторежимний напірний ящик	Патент № 24438822 (RU) МПК (2006) Багаторежимний напірний ящик. Скут Хенри, Кларк Джеймс – заявка № 2009118804/12, 07.08.2007; Опубл. 27.11.2012, Бюл № 6	Діє
Апарат для виготовлення паперових виробів	Патент № 2004/0034261 (US) МПК (2006) D21F 1/80. Method and machine for manufacturing paper products using fourdrinier forming. James Faufau, Andrew Forester – заявка № 8551293, Apr.21.2012; Опубл. 27.Sep.2013	Діє

Апарат для виготовлення паперу	Патент № 2004/018768 (WO) МПК (2006) D21F 1/00, 9/00. Forming of a paper or Board web in a twin-wire former or in a twin-wire section of a former. Jeffrey, Michael, Korhonen – заявка № 2003/000481, 16.06.2003; Опубл. 04.03.2004	Діє
Формуюча частина гібридного типу	Патент № 2332534 (RU) МПК (2006) D21F 9/00, 1/48, 1/54, 1/00, Формуюча частина гібридного типу. Питт ричапд, Хелбиг Томас – заявка № 2006126683/12, 22.12.2003; Опубл. 27.18.2008, Бюл № 24	Діє

У результаті проведених патентних досліджень встановлено:

1) у розробленому пристрої не використано суттєвих ознак, якими відрізняються проаналізовані прототипи. Усі суттєві ознаки розроблюваного пристрою є новими.

2) розроблюваний пристрій і його складові частини відповідають умовам патентоздатності винаходу (корисної моделі) через те, що:

- усі суттєві ознаки найближчих аналогів не використано у розроблювальній пресовій частині КРМ;

- згідно із законом України “Про охорону прав на винаходи і корисні моделі” конструкція проектованої формуючої частини КРМ відповідає критерію “винахідницький рівень” та критерію “новизна”;

3) провідними державами у галузі папероробного виробництва є: США, Фінляндія, Німеччина, Японія й Російська Федерація. При цьому запатентовані винаходи й корисні моделі стосуються як формуючої частини КРМ в цілому, так і її окремих вузлів;

4) аналіз патентів дає змогу зробити висновок, що в галузі формування полотна, за допомогою формуючої частини КРМ, основні розробки спрямовані на патентування нових конструкцій напірних ящиків, використання режимності роботи, сукон, при цьому найчастіше не універсальних, а спеціальних

					ЛБ51.705516.001ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		